QL
430.5
P63M51
1912
MOLL

Monographien einheimischer Tiere
Herausgegeben von Professor Dr. H. E. Ziegler, Stuttgart
und Professor Dr. R. Woltereck, Leipzig

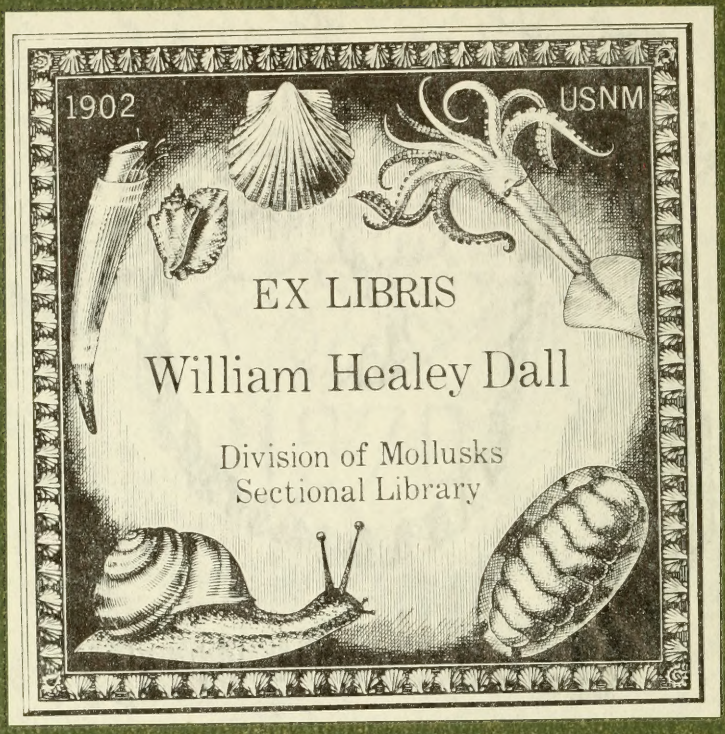
Band 4

Die Weinbergschnecke

Helix pomatia L.

Von Prof. Johannes Meisenheimer

Leipzig Verlag von
Dr. Werner Klinkhardt


1902
USNM
EX LIBRIS
William Healey Dall
Division of Mollusks
Sectional Library

. L MEISEN.

Division of Mollusks
National Library

In der Mitte links: Weinbergschneckenpaar im Liebesspiel
Unten rechts : Weinbergschnecke beim Eierlegen
Unten links : Weinbergschnecke in der Winterruhe
Oben links : Hain-Bänderschnecke (*Tachea nemoralis* L.)
In der Mitte rechts: Schließmundschnecke (*Clausilia ventricosa* Drap.)
Oben in der Mitte: Bernsteinschnecke (*Succinea putris* L.)
Oben rechts : Nacktschnecke (*Arion empiricorum* Fér.)

430.5
P63M51
1912
MOLL

Monographien einheimischer Tiere
Herausgegeben von
Prof. Dr. H. E. Ziegler, Stuttgart, und Prof. Dr. R. Woltereck, Leipzig
Band IV

Die Weinbergschnecke

Helix pomatia L.

Division of Mollus
Sectional Library

Von

Prof. Johannes Meisenheimer
(Jena)

Mit einer farbigen Tafel und 72 Abbildungen im Text

Leipzig 1912
Verlag von Dr. Werner Klinkhardt.

SMITHSONIAN INSTITUTION
341052
OCT 1 1949
NATIONAL MUSEUM

Buchdruckerei Julius Klinkhardt, Leipzig.

594.3
M51

Vorrede des Herausgebers

Das vorliegende Buch erscheint als vierter Band in der Reihe der Monographien einheimischer Tiere*), welche den Zweck haben, über häufige und wichtige Tiere verschiedener Klassen eine eingehendere Auskunft zu geben, als sie in den Lehrbüchern der Zoologie zu finden ist. Sie sollen zusammenfassen, was Wissenswertes über die Art bekannt ist. Bei jedem Tier wird der ganze innere Bau dargelegt, wobei sich an die anatomische Betrachtungsweise naturgemäß die physiologische anschließt. Die Stellung im zoologischen System, welche in früheren Zeiten als das wichtigste galt, wird zwar nicht außer acht gelassen, aber tritt zurück gegenüber den anatomischen und den biologischen Gesichtspunkten, auf welche die neuere Zoologie den größten Wert legt.

Ein so häufiges Tier wie die Weinbergschnecke, das auch gewöhnlich in zootomischen Kursen als Repräsentant der Gastropoden behandelt wird, durfte in der Sammlung der Monographien nicht fehlen. Der Verfasser dieses Bandes ist als hervorragender Forscher auf dem Gebiete der Mollusken bekannt. Durch seine eigenen Studien und durch die Vertrautheit mit der neueren Literatur war er imstande bei aller Kürze eine so gründliche und umfassende Beschreibung zu geben, wie sie in keinem anderen Werk enthalten ist. Die anatomische Betrachtung wird durch die biologische Auffassungsweise belebt, nicht allein durch den stetigen Hinweis auf die Funktion der einzelnen Organe, sondern auch durch die Berücksichtigung der ganzen Lebensweise des Tieres.

Stuttgart, 10. Dezember 1911.

H. E. Ziegler

*) Anmerkung. Bisher sind folgende Bände erschienen:
Der Frosch, von Dr. Fr. Hempelmann in Leipzig (Herausgeber: Prof. Woltereck),
Das Kaninchen, von Dr. U. Gerhardt in Breslau (Herausgeber: Prof. Ziegler),
Hydra und die Hydroiden, von Dr. O. Steche in Leipzig (Herausgeber: Prof. Woltereck).

Inhaltsübersicht

		Seite
1. Kapitel.	Äußere Organisationsverhältnisse (Präparation)	1
2. Kapitel.	Die äußere Körperhaut und ihre besonderen Differenzierungen	5
3. Kapitel.	Schale und Epiphragma (Winterschlaf)	12
4. Kapitel.	Die bindegewebigen und muskulösen Komplexe im Innern des Körpers	22
5. Kapitel.	Das Nervensystem	24
6. Kapitel.	Die Sinnesorgane	34
7. Kapitel.	Die Ernährungsorgane	47
8. Kapitel.	Die Organe des Blutkreislaufs und der Atmung	64
9. Kapitel.	Das Exkretionsorgan	74
10. Kapitel.	Die Geschlechtsorgane und ihre Betätigung	79
11. Kapitel.	Die Embryonalentwicklung	115
12. Kapitel.	Verhältnis der Weinbergschnecke zur umgebenden Natur und zum Menschen	118
13. Kapitel.	Systematisches	123
Verzeichnis der benutzten Literatur		132

1. Kapitel

Äußere Organisationsverhältnisse

(Ausführung einer Präparation)

An dem Körper einer kriechenden Schnecke lassen sich leicht drei Regionen voneinander scheiden: Kopf, Fuß und Eingeweidesack. Der Kopf (Fig. 1, *k*) stellt den vorderen, rundlich gestalteten Körperabschnitt dar; in seiner Mittellinie liegt vorn und unten die Mundöffnung, er ist ferner der Träger der Sinnesorgane, der Tentakel. Das vorderste Paar derselben umgibt als Lippententakel seitlich die Mundöffnung (t_I), zweites (t_{II}) und

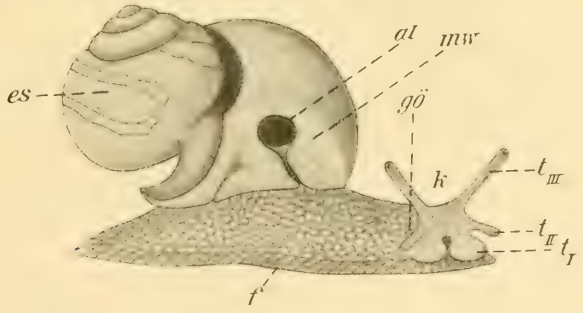


Fig. 1. Rechte Seitenansicht einer kriechenden Schnecke nach Entfernung der Schale. (Nach einer Wandtafel von Prof. P. Pfurtscheller, Wien.) *al* Atemloch, *es* Eingeweidesack, *f* Fuß, *gö* Geschlechtsöffnung, *k* Kopf, *mw* Mantelwulst, t_{I-III} die drei Tentakelpaare.

drittes Paar (t_{III}) bieten sich als zylindrische, in das Körperinnere zurückziehbare Röhren dar, von denen das hinterste, am stärksten entwickelte Paar zugleich auf seiner Spitze die Augen trägt. Der Kopf ist nicht scharf gegen den dahinter gelegenen Fußabschnitt abgesetzt. Im Bereich der Übergangsstelle findet sich auf der rechten Kopfseite unterhalb des großen Tentakels die unpaare Geschlechtsöffnung (*gö*). Der Fuß (*f*) ist im besonderen charakterisiert durch seine zu einer platten Kriechsohle umgewandelte Ventralfläche, die von einer sehr muskulösen Beschaffenheit ist und die Fortbewegung der Schnecke vermittelt. Mit seinem hinteren Abschnitt läuft der Fuß in eine Art zugespitzten Schwanzendes aus, in seinem mittleren Bereich erscheint er als Träger des sich dorsalwärts anschließenden, spiralig eingerollten Eingeweidesackes (*es*).

Letzterer ist von einer gleichfalls spiralig gewundenen Kalkschale umschlossen und enthält in seinem Inneren den weitaus größten Teil der Eingeweide.

Über den weiteren Aufbau des Schneckenkörpers werden wir uns fernerhin am leichtesten orientieren, wenn wir mit seiner Präparation beginnen. Um die Schnecken für eine solche geeignet abzutöten, bringt man sie in ein Gefäß mit abgekochtem Wasser und läßt sie darin ersticken. Nach 24 bis 48 Stunden (im Sommer schneller, im Winter langsamer) ist

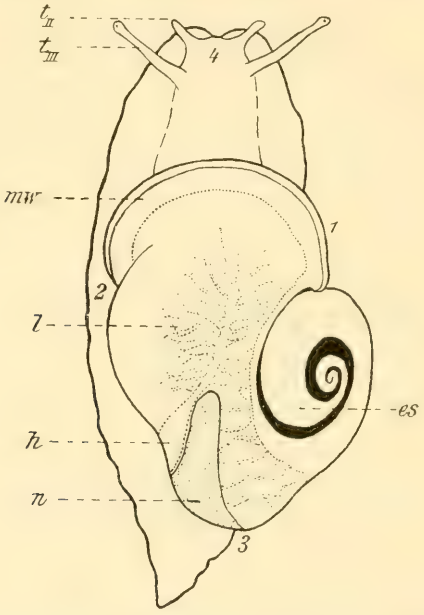


Fig. 2. Rückenansicht einer Schnecke nach Entfernung der Schale. (Nach W. Kükenthal.) *es* Eingeweidesack, *h* Herz, *l* Lunge, *mw* Mantelwulst, *n* Niere. $t_{II, III}$ die beiden hinteren Tentakelpaare.

dies geschehen und der Körper befindet sich dann in einem zumeist leidlich ausgestreckten Zustande. Die Lähmung und Abtötung wird beschleunigt, wenn man die Schnecken in eine ½ bis 1 % Lösung von Hydroxylamin einlegt, sie sind dann bereits nach 10 bis 20 Stunden für die Präparation zu verwenden. Wir entfernen zunächst die äußere Kalkschale, indem wir mit einer starken Schere unter den äußeren Mündungsrand derselben fahren und sie, der Mittellinie der Spiralen folgend, bis zur Spitze aufschneiden. Mit Hilfe einer starken Pinzette lassen sich dann die einzelnen Stücke der Schale abbrechen und loslösen, die obersten Windungen sind zudem leicht durch vorsichtiges Drehen aus der Spitze des Eingeweidesackes herauszurollen.

Nach Ablösung der Schale liegt der nunmehr weichhäutig erscheinende Eingeweidesack frei vor uns. In seinem vorderen Anfangsteil wird derselbe völlig eingenommen von der Lungenhöhle (Fig. 2, von *mw* bis *n*), während die eigentlichen Windungen (*es*) im wesentlichen von Darm, Leber und Geschlechtsorganen erfüllt sind. Die Lungenhöhle, welche das Atmungsorgan (*l*) enthält, stellt eine tiefe Einfaltung der äußeren Haut dar (Fig. 3, *lh*). Sie ist entstanden im Zusammenhang mit der sogenannten Mantelhöhle, welche bei den ursprünglicheren Schnecken dadurch gebildet wird, daß eine vom Eingeweidesack aus nach vorn vorwachsende Hautfalte einen besonderen Raum zwischen sich und der eigentlichen Körperoberfläche abschließt, welcher die wasseratmenden Kiemen enthält. Bei den landbewohnenden Schnecken ist diese ursprüngliche Mantelhöhle stark reduziert worden und eigentlich nur noch durch den mächtig verdickten

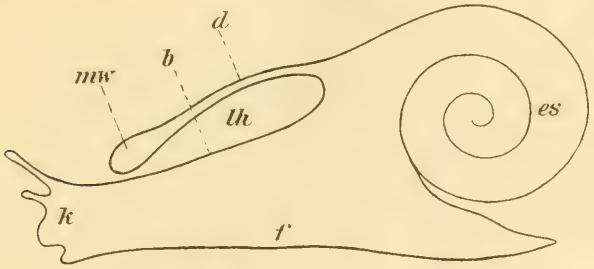


Fig. 3. Schema der äußeren Morphologie einer Schnecke. *k* Kopf, *f* Fuß, *es* Eingeweidesack, *mw* Mantelwulst, *lh* Lungenhöhle, *b* Boden, *d* Dach derselben

Randwulst (Fig. 1—4, *mw*) vertreten, während die Lungenhöhle durch eine nachträglich auftretende Einsenkung neu entstanden ist. Die Verhältnisse liegen dann schließlich so, wie es Fig. 3 schematisch ausdrückt, wo also die Lungenhöhle dorsalwärts von einer Hautfalte (*d*), nach unten von der Körperhaut (*b*), nach vorn von dem Mantelwulst (*mw*) begrenzt wird. Dieser letztere bildete an der ursprünglichen Mantelhöhle einen allenthalben frei vorspringenden Rand, hier bei den Lungenschnecken ist er mit der darunter liegenden Körperhaut verwachsen bis auf eine an der rechten Körperseite gelegene Stelle, wo die ursprünglich weite Mantelöffnung als Atemöffnung oder Pneumostom (Fig. 1, *al*) erhalten ist.

Weiteren Aufschluß über die allgemeinen Verhältnisse der Lungenhöhle werden wir gewinnen, wenn wir nunmehr den ersten Sektionsschnitt am Schneckenkörper ausführen. Wir setzen die Schere in der Atemöffnung ein (bei 1 in Fig. 2), durchschneiden den Mantelwulst nach oben und führen den Schnitt nun parallel dem Mantelrand nach links hinüber (bis 2 in Fig. 2 etwa, entlang der dort punktiert gezeichneten Linie). Sodann biegen wir nach hinten um, verfolgen den linken Rand der Lungenhöhle bis zu dessen hinterem Ende, durchschneiden weiter die

Aorta und trennen die Haut des Eingeweidesackes auf der Grenzlinie zwischen Niere und Leber auf, bis wir schließlich den in Fig. 2 mit der Zahl 3 bezeichneten Punkt erreicht haben. Nun können wir das Dach der Lungenhöhle aufklappen und nach rechts hinüberlegen, wie es in Fig. 4 geschehen ist. Im Bereich des Schneckenkörpers erblicken wir nun den Boden der Lungenhöhle (*b*), der also nichts anderes darstellt als die dorsale Begrenzungsfläche eben dieses Körpers. Am umgeklappten Dach der Lungenhöhle liegen auf der Innenfläche mehrere Organe, die

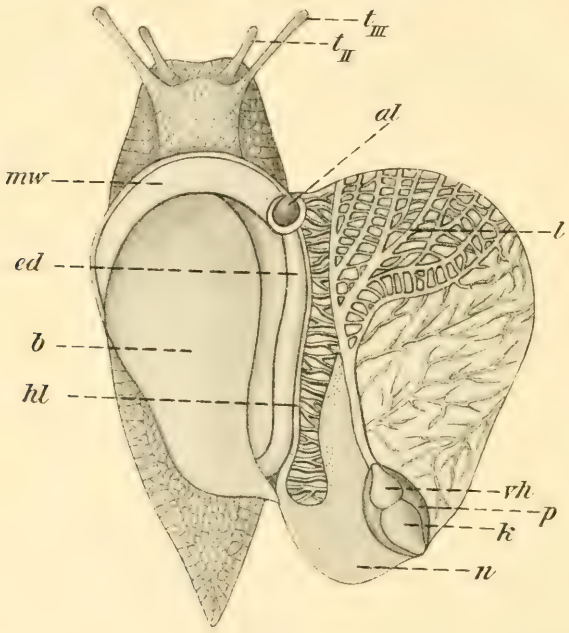


Fig. 4. Rückenansicht einer Schnecke, nach eröffneter Lungenhöhle, deren Dach nach rechts umgeschlagen ist. *al* Atemloch, *b* Boden der Lungenhöhle, *ed* Enddarm, *hl* Harnleiter, *k* Herzkammer, *l* Lungengewebe, *mw* Mantelwulst, *n* Niere, *p* Pericard, $t_{II, III}$ die beiden hinteren Tentakel, *vh* Herzvorhof.

übrigens schon vor der Eröffnung der Lungenhöhle durch die dünne dorsale Begrenzungswand hindurchscheinen (vgl. Fig. 2). Der ganze vordere Bereich der Innenfläche wird eingenommen von den Falten und Gefäßen der Lunge (*l*), im hinteren Abschnitt liegt das Drüsengewebe der Niere (*n*), demselben dicht angelagert das Perikard (*p*) mit dem Herzschlauch. Auf der Grenze zwischen Dach und Boden verläuft rechterseits der Enddarm (*ed*), der in unmittelbarer Umgebung der Lungenöffnung durch den After ausmündet; an ihm entlang zieht der Harnleiter (*hl*), der dicht neben dem After endet.

Erst jetzt können wir zur eigentlichen Eröffnung des Körpers schreiten. Es geschieht dies dadurch, daß wir mit der Schere am Kopf (bei 4 in Fig. 2) einsetzen und längs der dorsalen Mittellinie die Körperwand durchschneiden, vom Kopfabschnitt über den Mantelwulst zum Boden der Lungenhöhle vorschreitend und von hier übergehend auf die Windungen des Eingeweidesackes, dessen zarte Haut wir in der Mittellinie der Spiralen bis zur Spitze aufschlitzen. Die Schnecke wird nun in einem Präparierbecken unter Wasser mit Nadeln festgeheftet, und es ist dann eine nicht allzuschwierige Aufgabe, die allenthalben hervorquellenden inneren Organe voneinander zu sondern und auszubreiten.

2. Kapitel

Die äußere Körperhaut und ihre besonderen Differenzierungen

(Mantel, Fuß, Fußdrüse)

Der ganze Körper der Schnecke wird eingeschlossen von einem einschichtigen Epithel, der Epidermis, deren Höhe nicht nur in den verschiedenen Körperregionen, sondern auch je nach dem Kontraktionszustande der subepithelialen Muskulatur sehr stark wechselt. Niedriger erscheinen diese Epithelzellen auf dem Dache der Lungenhöhle, zylindrisch gestaltet sind sie im Bereiche des spiralig gewundenen Eingeweidesackes sowie am Mantelsaum und auf der Fußfläche, am höchsten erheben sie sich in der Umgebung des Mundes. Die äußerste Abgrenzung nach außen bildet ein kutikularer Saum, nur die Fußsohle trägt eine Flimmerbekleidung.

Sehr reich ist die Haut an Drüsenzellen, von denen zwei Arten zu unterscheiden sind, Schleimdrüsen und Kalkdrüsen. Beide reichen (vgl. Fig. 5) bei ihrer bedeutenden Größe weit über das Epithel hinaus in das Unterhautbindegewebe hinein und stellen langgestreckte, flaschen- oder kolbenförmige Gebilde dar, deren Kern basalwärts in einem plasmatischen Wandbelag liegt, während der Innenraum der Drüsenzelle völlig von Sekret erfüllt ist. Besonders zahlreich sind beide Drüsenarten am Mantelrand entwickelt, wo sie zugleich riesige Dimensionen annehmen können, sie sind ferner reichlich anzutreffen in der Rückenhaut und an den Seitenteilen des Fußes, treten dagegen sehr zurück im Bereiche des Eingeweidesackes. Im Besonderen zeichnen sich die Schleimdrüsen (*sdr*) durch ihre bauchige Gestalt und ihren hell durchsichtigen Inhalt aus, während die Kalkdrüsen (*kdr*) längliche Säckchen mit welligen Umrissen darstellen, und so bald lang, schmal und schlauchförmig, bald breit und gelappt erscheinen. Sie sind ganz von feineren oder gröberen Granulationen erfüllt. An Zahl treten sie gegenüber den Schleimdrüsen bedeutend zurück. Beide Drüsenformen durchsetzen schließlich mit feinen Ausführgängen das äußere Epithel und ergießen ihren Inhalt in Form von Schleim auf die Körperoberfläche. Von diesem Schleim lassen sich

zwei Arten unterscheiden, die zwar ihrer chemischen Konstitution nach im wesentlichen übereinstimmen, insofern sie beide mucinartige Körper darstellen, ihrem äußeren Aussehen nach aber beträchtlich voneinander abweichen. Und zwar sondert der Mantelrand ein weißlich aussehendes, fast rahmartiges Sekret ab, das ausgezeichnet ist durch seinen reichlichen Gehalt an kohlensaurem und wohl auch phosphorsaurem Kalk, während der Fuß einen farblosen oder höchstens schwach gelblich gefärbten, hell glasigen Schleim abscheidet.

In der Epidermis gelegen sind ferner die freien Endigungen von Sinneszellen, wir werden sie erst später in anderem Zusammenhange genauer kennen lernen (vgl. S. 35). Und endlich finden sich unterhalb der Epidermiszellen noch zahlreiche zerstreute Pigmentzellen vor, welche als

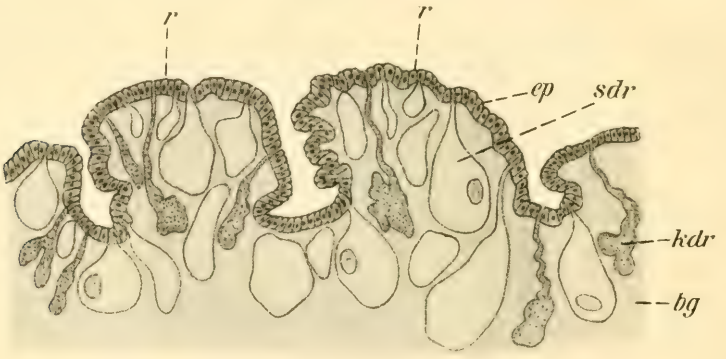


Fig. 5. Senkrechter Schnitt durch die Rückenhaut einer Weinbergschnecke. (Nach C. Vogt u. E. Yung, Lehrbuch, 1888.) *bg* Unterhautbindegewebe, *ep* Epidermis, *kdr* Kalkdrüsen, *r* Hautwarzen, *sdr* Schleimdrüsen.

unregelmäßig verästelte Elemente bereits dem Bindegewebe angehören und an den verschiedenen Körperstellen sehr verschieden stark entwickelt sind. Sie enthalten in ihrem Zellkörper ein feinkörniges bräunliches Pigment.

Gestützt wird die immerhin dünne und zarte äußere Epidermislage durch ein sehr mächtig entwickeltes Unterhautbindegewebe. Die eigentliche Grundlage desselben bildet ein lockeres faseriges Bindegewebe, welches aus verflochtenen Fibrillenbündeln und stern- oder spindelförmig verzweigten Zellelementen sich zusammensetzt. Dazu treten noch in überaus reichem Maße Muskelfasern, die sich vielfach durchkreuzen und besonders im Fuße eine mächtige Entwicklung zeigen. Nach der Epidermis hin bilden alle diese Elemente eine ziemlich geschlossene kompakte Masse, nach innen lockern sie sich mehr und mehr und gehen schließlich in die den Körper lose durchziehenden Gewebshäute über. Auf die bald stärkere, bald weniger mächtige Ausbildung dieses Unterhautbindegewebes

sind auch die charakteristischen papillen- oder leistenförmigen Erhebungen der Schneckenhaut zurückzuführen, die als Runzeln oder Wärzchen einen großen Teil der Körperoberfläche der Schnecke bedecken (vgl. Fig. 5, *r*). Völlig glatt ist neben der Fußsohle eigentlich nur noch der Eingeweidesack, in seinem Bereich zeigt das Unterhautbindegewebe einen besonderen Aufbau. Es schließt sich hier an das Zylinderepithel zunächst eine zarte homogene Bindesubstanzschicht an, und auf diese folgen mächtige Bindegewebslagen, welche sich in die darunter liegenden Organe, besonders in die Leber, tief einsenken und so dieselben fest mit der Oberhaut verbinden.

Eine besondere Eigentümlichkeit der Epidermis der Schneckenhaut verdient endlich noch eine eingehendere Behandlung. Dieselbe ist nämlich von zahlreichen Poren durchsetzt, welche durch die zwischen den einzelnen Epithelzellen gelegenen feinen Interzellularräume gebildet werden und, wie man sich durch Farbstoffinjektionen überzeugt hat, einen direkten Flüssigkeitsaustausch zwischen Außenwelt und Körperinnerem ermöglichen. Wenn man Schnecken in trockenen Behältern ohne Futterdarreichung hält, so erfolgt eine so starke Austrocknung des Körpers, daß derselbe in wenigen Tagen fast die Hälfte seines Gewichts verlieren kann. Wird ihnen dann Feuchtigkeit von neuem zugeführt, so können sie in 12 bis 24 Stunden den Gewichtsverlust wieder völlig ausgleichen, wobei sie das Wasser zum Teil durch Trinken mit dem Munde, zum Teil aber auch durch Aufsaugen mit der Körperoberfläche in sich aufnehmen. Eine auf einen durchnäßten Hautlappen gesetzte Schnecke nimmt infolge starker Hautimbibition in kurzer Zeit ein pralles, durchscheinendes Aussehen an, kann aber bei stärkerer Reizung sich des aufgenommenen Wassers auf dem gleichen Wege in verhältnismäßig kurzer Zeit wieder entledigen. Es kann sich somit der Schneckenkörper der Feuchtigkeit der umgebenden Luft anpassen. Besonders wichtig aber wird diese Fähigkeit der Wasseraufnahme durch die Haut für die Schnecke in trockenen Zeiten sein, wo sie nach Möglichkeit alle sich darbietende Feuchtigkeit, wie etwa den nächtlichen Tau, für sich nutzbar machen muß. Gegen allzu großen Wasserverlust bei anhaltender Trockenheit steht ihr dann freilich noch ein anderes Hilfsmittel zur Verfügung — sie kapselt sich ein. Es geschieht dies in der Weise, daß die Schnecke sich an irgendeinem Gegenstande anhängt, zwischen der Unterlage und dem Schalenrand eine wasserhelle, ziemlich feste Membran abscheidet und so einen derart vollkommenen Abschluß des Weichkörpers gegen die Außenwelt schafft, daß das weitere Eintrocknen des Körpers nahezu völlig sistiert wird und sie monatelang, besonders in südlicheren Ländern, in diesem Zustande verharren kann. Die vegetativen Verrichtungen des Körpers und seiner Organe, wie vor allem Atmung, Herzschlag, Stoffwechsel, vollziehen sich während dieser Art Sommerschlaf durchaus normal, im Gegensatz zu dem Verhalten während des Winterschlafs.

Von dem Mantel, welcher ursprünglich als mächtige Duplikatur der

äußeren Haut einen großen Teil des Schneckenkörpers umzog, ist bei der Weinbergschnecke eigentlich nur noch der freie Rand erhalten geblieben. Derselbe umzieht ringförmig als ein rundlicher verdickter Wulst den Körper an der Übergangsstelle zwischen Fuß und Eingeweidesack und stellt so einen weißlich aussehenden Kragen dar, dem der Schalenrand direkt aufliegt (vgl. Fig. 13A, *mk*). Von diesem Kragen springt nach innen eine gleichfalls ringförmige Leiste vor (*ms*), die nur auf einem beschränkten Bezirke der rechten Seite durch die Atemöffnung unterbrochen wird, und normalerweise durch die von ihr umschlossene Öffnung den Schneckenkörper gleichsam austreten läßt. Zieht sich die Schnecke aber in ihre Schale zurück, so kommt ihr Körper zugleich auch nach innen von dieser Mantelleiste zu liegen, und letztere vermag sich nun über dem Schneckenkörper zu einer mächtigen Scheibe auszudehnen, welche die von ihr ursprünglich umschlossene weite Öffnung immer mehr verkleinert und schließlich mit ihren Rändern fest verschließen kann (vgl. Fig. 13B). Die Atemöffnung (*at*) ist dabei zunächst noch durch einen Spalt mit der zentralen Öffnung verbunden, kann aber schließlich ebenfalls auf ein Minimum reduziert werden. Kopf, Fuß und Eingeweidesack der Schnecke sind also dann völlig von der Außenwelt durch die Mantelscheibe abgeschlossen, da letztere die Mündung der Schale völlig ausfüllt. Der geschilderte Mantelrand ist von ganz besonderer Bedeutung für die Abscheidung der Schale wie des Epiphragmas, auf seine besonderen Strukturverhältnisse werden wir deshalb erst an der Stelle, wo von diesen gehandelt wird (Kap. 3, S. 16), des näheren eingehen.

Der Fuß stellt den zu einer abgeplatteten Kriechsohle umgestalteten ventralen Teil des Schneckenkörpers dar. Seine besondere Festigkeit erhält er durch seine mächtig entwickelte Muskulatur, die fast vollständig von Teilen des Spindelmuskels herzuleiten ist. Dessen Fasern dringen von oben her zu beiden Seiten der Fußdrüse in die Sohle ein und ordnen sich hier in den verschiedensten Richtungen an, doch so, daß einige Systeme von Längsmuskelfasern überwiegen, die als die eigentlichen Organe der Fortbewegung angesehen werden müssen. Eingelagert sind die Muskelfasern in ein reichlich entwickeltes Bindegewebe, und das Ganze wird zu äußerst umschlossen von dem Körperepithel, das an den Seitenteilen des Fußes zwar wie überall einschichtig sich darstellt, auf der unteren Sohlenfläche dagegen mehrschichtig erscheint.

Die Kriechbewegung kommt nun in einer höchst eigenartigen Weise zustande. Betrachtet man eine auf einer Glasplatte dahinkriechende Schnecke von der Unterseite, so sieht man über die hellgraue, der Unterlage überall fest anliegende Sohlenfläche dunkler erscheinende schmale Querbänder in ziemlich gleichen Abständen langsam in der Richtung von hinten nach vorn sich bewegen. Und dieser Richtung folgt die ganze Masse des Fußes unter gleichmäßigem Vorwärtsgleiten mit einer Geschwindigkeit, die für die Weinbergschnecke durchschnittlich 4—5 cm, im Maximum 8 cm pro Minute beträgt. Von den Querbändern, die in

der angegebenen Weise wellenartig über die Fußsohle verlaufen, sind durchschnittlich etwa 9 bis 11 gleichzeitig vorhanden, sie werden hervorgerufen durch Kontraktionen der Längsmuskelfasern, indem über dieselben von Querschnitt zu Querschnitt Verdickungen und damit verbundene Ver-

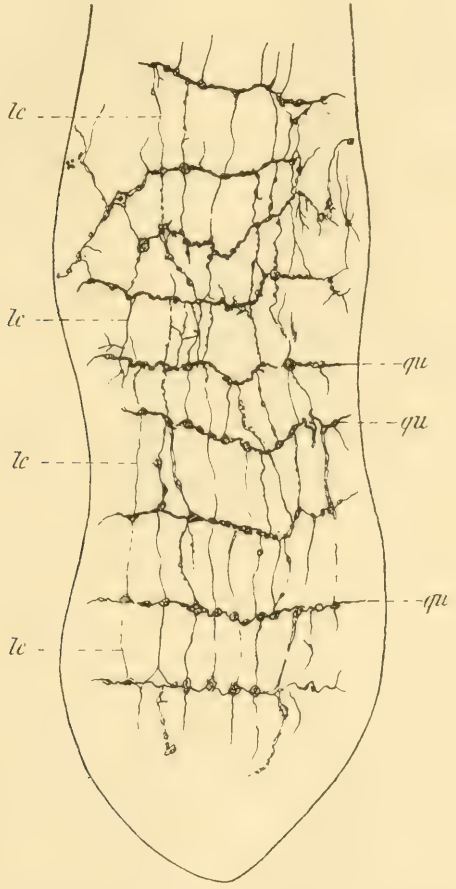


Fig. 6. Flächenschnitt durch die Sohle eines jungen Exemplars einer Helix (hortensis), zur Demonstration des nervösen Sohlenplexus. (Nach Biedermann, 1906.) *lc* Längskommissuren, *qu* Querbrücken des Sohlenplexus.

kürzungen sich fortpflanzen. Jeder Punkt der Schneckensohle erfährt dann in dem Momente, wo eine der Kontraktionswellen über ihn hinwegzieht, eine beschleunigte ruckweise Vorwärtsbewegung, ein Vorgang, der sich rhythmisch immer von neuem wiederholt. Die auf eine Kontraktion

folgende Dehnung der verkürzten Muskelfaser erfolgt stets in der Richtung nach vorn und so wird das Gesamtresultat ein Vorwärtsgleiten der ganzen Sohle.

Die geschilderte Form der Muskelkontraktionen findet ihre Erklärung in der Art der Innervation der Fußsohle. Dieselbe erfolgt durch die Pedalnerven, welche fächerförmig von den Pedalganglien aus nach unten und hinten in die Fußsohle ausstrahlen (vgl. S. 32), derart, daß das äußerste Nervenpaar das kürzeste ist, das innerste als längstes dagegen sich bis in die hintere Fußspitze verfolgen läßt. Von diesen Nerven, insbesondere den zuletzt genannten, gehen dann in regelmäßiger, fast segmentaler Anordnung, einzelne Nervenstämmchen ab, die sich tief in die Sohlenmuskulatur einsenken, Anastomosen bilden und schließlich einen umfangreichen Sohlenplexus herstellen, der durch zahlreiche eingelagerte Ganglienzellen ein knotiges Aussehen gewinnt (Fig. 6). Seine gesamte Anordnung ist leiterartig, insofern in ziemlich regelmäßigen Abständen stärkere, ganglienzellenreiche Querbrücken (*qu*) über die ganze Breite der Sohle sich erstrecken und diese dann durch zarte Längskommissuren (*lc*) miteinander verbunden sind. Die nervösen Reizungen zur Auslösung der Sohlenperistaltik erfolgen dann in der Weise, daß die eigentlichen Impulse ausgehen von den Pedalganglien und weitergeleitet werden von den Pedalnerven und den von diesen entspringenden Nervenstämmchen. Letztere, welche ihrer Zahl nach etwa den gleichzeitig auf der Sohle auftretenden Kontraktionswellen entsprechen, übertragen die erregenden Impulse dem Sohlenplexus und diesem fällt dann die Aufgabe zu, durch die Querbrücken den Reiz unmittelbar den Muskelfasern mitzuteilen.

Im Anschluß an die Betrachtung des Fußes muß noch eines besonderen Organes gedacht werden, welches im Inneren desselben gelegen ist und für die Funktion desselben als vermittelndes Organ der Kriechbewegung von Bedeutung ist. Es handelt sich um die sog. Fußdrüse, welche mitten in das Muskelbindegewebe des Fußes eingelagert ist. Sie besteht aus einer langgestreckten kompakten Drüsenmasse von fast gleichem Durchmesser, deren einzelne Elemente in einen gemeinsamen Kanal münden, welcher die Drüse der Länge nach durchsetzt, hinten blind endet und vorn in dem Raum zwischen Fußrand und Unterlippe nach außen führt. Nahe seiner Mündung ist der Ausführgang im Querschnitt elliptisch, weiter hinten bildet sein Boden eine tiefe Furche, während das Dach sich in stark ausgeprägte Längsfalten legt. Über der Drüse und ihr parallel verläuft die Pedalarterie, die sie mit Gefäßen versorgt; die Innervation geht vom Pedalganglion aus.

Histologisch setzt sich der Ausführgang an seiner Mündung aus den gleichen Epithelzellen zusammen, wie sie die äußere Körperhaut aufweist, weiter innen zeigen die Regionen des Bodens und Daches ihre Besonderheiten insofern, als das Dach aus niederen prismatischen Zellen besteht, der Boden dagegen ein Wimperepithel aufweist, das für die

Beförderung des Drüsensekretes im Inneren des Kanals von Wichtigkeit ist und dessen einzelne Elemente voneinander durch weite Interzellularspalten getrennt sind, die den Durchtritt der Drüsenprodukte in das Lumen des Kanals ermöglichen.

Die wichtigsten Elemente der Fußdrüse sind naturgemäß ihre Drüsenzellen. Dieselben zerfallen in drei Typen. Die Hauptmasse besteht aus großen birnförmigen Zellen, die durch lang ausgezogene Ausführgänge ihren aus lichtbrechenden Körnchen bestehenden Inhalt in die Interzellularräume zwischen den Zellen des Bodens des Ausführkanals ergießen. Sie werden von Elementen des Bindegewebes stetig ergänzt, nachdem sie in wiederholten ausgiebigen Sekretperioden sich erschöpft haben. — Im vorderen Abschnitt der Fußdrüse liegt ferner über dem Ausführgang eine besonders differenzierte, stärker färbbare Zellenmasse, und endlich finden sich überall zerstreut vereinzelte Drüsenzellen, die durch den Besitz von Vakuolen ausgezeichnet sind.

Man hat die Fußdrüse früher für ein Sinnesorgan gehalten, vor allem in ihr den Sitz eines Geruchsorgans zu erkennen geglaubt. Davon kann keine Rede sein; ihre Hauptfunktion besteht zweifellos in der Abscheidung des Schleims, der aus der Furche am Vorderrande des Fußes austritt und die Rauhigkeiten des von der Fußsohle zu passierenden Weges glättet und schlüpfrig macht. Leicht ist ja diese Schleimspur, an deren Bildung wohl auch die Schleimdrüsen der Körperhaut einen gewissen Anteil haben, überall da, wo Schnecken ihren Weg genommen haben, zu beobachten.

Der äußeren Haut kommt in ihren einzelnen Teilen, wie Kopf, Fuß und Mantel, in hohem Grade die Fähigkeit zu, verlorengegangene Teile durch Regeneration wieder zu ersetzen. Die Versuche darüber stammen schon aus alter Zeit her. Spallanzani stellte zuerst im Jahre 1768 die durch Experimente gestützte Behauptung auf, daß geköpfte Schnecken den verlorenen Kopf wieder neu zu bilden vermöchten. Diese Beobachtung bildete über ein Jahrzehnt Gegenstand heftigster Kontroversen zwischen Naturforschern, Medizinern, Philosophen und Theologen, bis schließlich die Sache in negativem Sinne gegen Spallanzani endgültig entschieden schien. Man findet die eigenartige Geschichte dieses Problems bei Carrière (1880) zusammengestellt, sie bildet einen interessanten Beitrag zur Methode der Behandlung naturwissenschaftlicher Fragen in jener Zeit. Carrière hat dann auch zugleich experimentell das Problem von neuem aufgegriffen und den tatsächlichen Umfang der Regenerationsfähigkeit des vorderen Körperabschnittes festgestellt. Schneidet man einer Schnecke den ganzen Kopf mit Tentakeln, Mundmasse, Schlundring und Begattungsorganen ab, so geht sie stets zugrunde. Das gleiche findet statt, wenn man die weiter hinten gelegenen Teile schont und nur Mundmasse und Tentakeln wegnimmt. Einen Ersatz der verlorenen Teile herbeizuführen,

ist in der Regel der Schnecke nur dann möglich, wenn bei der Operation nicht mehr als ein Stück der Kopfhaut mit beiden oder einem Tentakelpaare entfernt werden, also alle inneren Organe von dem Eingriff verschont bleiben. Von Einfluß auf das Gelingen der Regeneration sind Jahreszeit (am besten eignet sich der Sommer) sowie günstige Existenzbedingungen der operierten Tiere. Auch verhalten sich die verschiedenen Schneckenarten nicht gleich; am geeignetsten zur Ausführung von Experimenten haben sich unsere Garten- und Hainschnecken (Tachea hortensis Müll. und Tachea nemoralis L.) sowie die Weinbergschnecken erwiesen. Die Zeitdauer der Regeneration ist sehr verschieden, sie kann im günstigsten Falle nach 50 bis 60 Tagen beendet sein, kann aber auch das Dreifache dieser Zeit beanspruchen. Die Regeneration selbst erfolgt in der Weise, daß zunächst an der Hautdecke sich die Zellen vom Wundrande her über die Wunde schieben und dieselbe vollkommen überdecken, daß dann weiter von dieser neugebildeten Haut aus die Tentakel hervorwachsen. Die Neubildung der letzteren geht in der Art vor sich, daß nach etwa 5 Wochen eine kleine Vorwölbung auftritt, die zunächst mit breiter Basis der Unterlage aufsitzt, aber bald zu einem, sich an der Spitze knopfartig erweiternden Kegel auswächst. Zuerst erscheint das Regenerat zart und unpigmentiert, ganz allmählich nimmt es erst das Aussehen der normalen Hautoberfläche an.

Die gleiche Fähigkeit der Regeneration kommt der Haut ferner an Mantelrand und Fuß zu, insofern herausgeschnittene Teile derselben wieder ersetzt werden. Hier bildet sich zunächst ein die Wunde verschließendes Wundgewebe aus, dann schieben sich die Epithelzellen von den Wundrändern her über die Wunde vor und stellen schon nach zwei Tagen einen aus platten Zellen bestehenden Epithelüberzug her, der nach etwa acht Tagen ein normales Aussehen anzunehmen beginnt. Nach ungefähr drei Wochen setzt vom Epithel aus die Neubildung der Schleimzellen ein, von innen her lagern sich Muskelfasern an, die Wundstelle ist so wieder von normaler Körperhaut überzogen.

3. Kapitel

Schale und Epiphragma

(Winterschlaf)

Die Schale der Weinbergschnecke ist spiralig gewunden, insofern sie aus einer größeren Zahl von Windungen oder Umgängen besteht. Diese Windungen beginnen sehr klein an der Spitze (Apex) der Schale, nehmen ziemlich schnell an Umfang zu und enden schließlich mit einer weiten Mündung (Apertura). Den ganzen äußeren Rand dieser Mündung bezeichnet man als Mundsaum (Peristom), an ihm ist ferner ein Oberrand

(Apikalrand) von einem Außenrand (Labrum), Unterrand (Umbilikalrand) und endlich einem Innenrand zu unterscheiden, welch letzterer unmittelbar von der äußeren Schalenwand des vorletzten Umgangs gebildet wird (vgl. Fig. 7). Äußerlich erscheinen die einzelnen Windungen voneinander getrennt durch die Nähte (Suturae). Im Inneren wird das ganze Gehäuse durchzogen von der Spindel (Columella), welche in ihrem Inneren hohl erscheint und durch den Nabel nach außen führt.

Zum genaueren Verständnis des Aufbaues der Schale wollen wir einige Schemata zur Hilfe heranziehen. Wir können uns die Schale in ihrer ein-

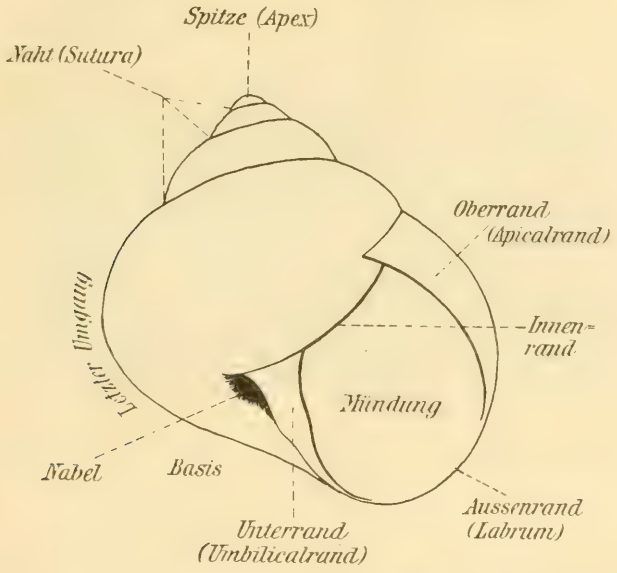


Fig. 7. Umrisse der Schale der Weinbergschnecke.

fachsten Form gebildet denken aus einem gleichmäßig sich erweiternden Hohlkegel von rundlichem Querschnitt, der um eine zentrale Achse spiralig aufgerollt ist, so wie Fig. 8 einen solchen halbiert und im Längsschnitt zeigt. An ihm ist besonders beachtenswert der nach unten sich gleichmäßig erweiternde innere Hohlraum, der von den losen, einander nicht berührenden Windungen umschlossen wird. Um uns den tatsächlichen Verhältnissen der Schneckenschale zu nähern, brauchen wir uns nur den genannten Hohlkegel von gleichmäßig rundem Querschnitt in allen seinen Teilen unter Beibehaltung der spiraligen Aufrollung derart abgeplattet und zugleich genähert vorzustellen, wie es Fig. 9 zeigt. Eigentlich sind uns damit schon alle besonderen Formverhältnisse der ausgebildeten Schneckenschale gegeben, wie besonders ein Vergleich mit

der Photographie der Fig. 10 ergibt. Jener ursprünglich von den Windungen des Hohlkegels umschlossene innere Raum ist zur hohlen Spindel-

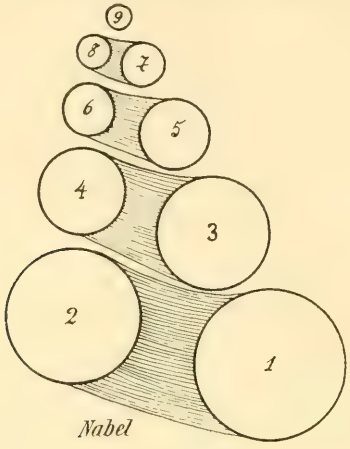


Fig. 8.

achse (*a*) geworden, seine peripheren, von den Innenwänden der Spiralwindungen gebildeten Begrenzungswände stellen die Spindel dar, die ganz naturgemäß durch eine untere Öffnung, den Nabel, nach außen führen

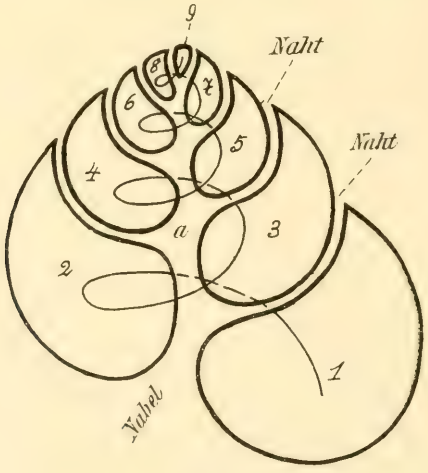


Fig. 9.

muß. Denken wir uns in dem Schema weiter noch die aufeinanderfolgenden Windungen bis zur Berührung einander genähert, so ergeben sich ganz

von selbst die (in Wirklichkeit also aus zwei Schalenlagen bestehenden) Scheidewände und die Nähte der fertigen Schale.

Hinsichtlich der Windungsrichtung der Schale ist zu bemerken, daß die Schale der Weinbergschnecke normalerweise typisch rechtsgewunden sich darstellt. Man bestimmt diese Windungsrichtung der Schale am einfachsten auf die Weise, daß man die Schale mit ihrer Spitze nach oben, mit ihrer Mündung dem Beschauer zugekehrt hält. Liegt dann die Mündung vom Beschauer aus rechts, so ist die Schale rechtsgewunden, liegt sie links, so ist sie linksgewunden.

Ihrem feineren Aufbau nach ist die Schale zusammengesetzt aus drei Schichten, aus einer äußeren Cuticula und aus zwei inneren Kalkschichten, der Stalaktiten- und der Blätterschicht. Die äußere Cuticula

Fig. 10. Längsschliffe durch die Schale einer Weinbergschnecke. Links ist die Columella noch völlig erhalten, rechts ist sie angeschliffen, so daß ihr innerer Hohlraum deutlich hervortritt.

bildet das Periostracum, dasselbe ist von völlig homogener Struktur und rein organischen Ursprungs. Nach innen folgt dann zunächst die Stalaktitenschicht, welche stets mehr oder weniger braun gefärbt ist und aus spießigen, vielfach miteinander anastomosierenden Kalknadeln aufgebaut erscheint. In ihr lassen sich wieder zwei Lagen unterscheiden, deren Teilchen in senkrecht zueinander gelagerten Richtungen angeordnet sind. Von besonderer Bedeutung sind die in ihr fixierten, auch äußerlich hervortretenden Quer- und Längsstreifen der Schale. Die Querstreifen treten in abwechselnd helleren und dunkleren Zonen auf, sie werden durch die verschiedenen optischen Eigenschaften der Nädelchen innerhalb der aufeinander folgenden konzentrischen Streifen hervorgerufen und sind als dem Mündungsrand parallel verlaufende Anwachsstreifen zu betrachten. Die Längsstreifen folgen der Richtung der Spiralwindungen, sie entstehen dadurch, daß die Ablagerung der Kalknädelchen auf der Innenfläche des Periostracums längs einer hier auftretenden zierlichen Längsrippung erfolgt. — Ganz abweichend von der Stalaktitenschicht ist die innerste Kalk-

schicht, die Blätter- oder Bänderschicht gebaut. Dieselbe erscheint bei makroskopischer Betrachtung von der Innenfläche spiegelglatt und von opalartigem Glanze. Ihrem feineren Aufbau nach setzt sie sich aus parallelen Zügen langgestreckter bandförmiger Platten zusammen, die dicht nebeneinander gestellt sind und deren Höhe der Dicke der Blätterschicht entspricht. Nur bei älteren Schalen findet sich darunter noch eine zweite Lage solcher Platten.

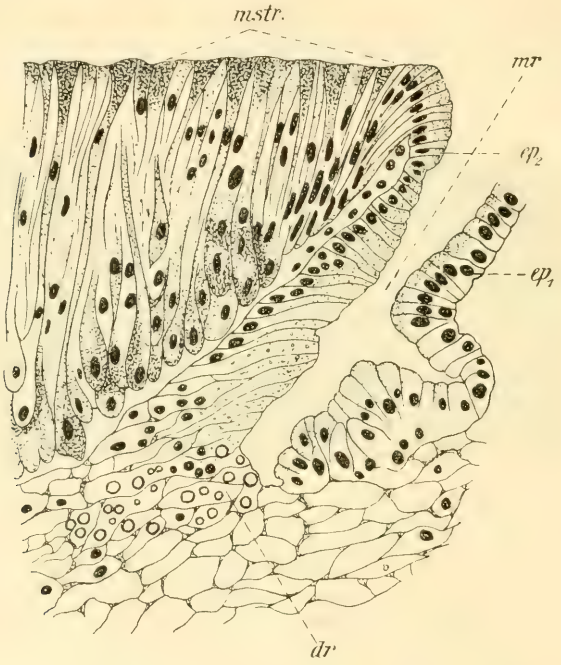


Fig. 11. Sagittalschnitt durch den Mantelrand von Helix. (Nach R. Moynier de Villepoix, 1892). *dr* Drüsenelemente der Mantelrinne, *ep* Epithelien der Ränder der Mantelrinne, *mr* Mantelrinne, *mstr* Drüsenstreifen des Mantelwulstes

Die Bildung der Schale erfolgt vom Mantelrande her, und um diesen Prozeß näher verfolgen zu können, wird es nötig sein, zunächst den histologischen Aufbau dieses Mantelrandes etwas genauer ins Auge zu fassen. Legt man einen Sagittalschnitt durch den Mantelrand, so zeigt derselbe, wenn man in der Betrachtung von hinten nach vorn vorschreitet, zunächst eine dunkel pigmentierte Zone, die aus hohem Zylinderepithel und einer darunter gelegenen Lage intensiv schwarzer Pigmentzellen besteht. In der Nähe des Schalenrandes, also nach vorn hin, macht das Zylinderepithel einem hohen Drüsenepithel Platz, welches ein um den ganzen Mantelrand verlaufendes weißliches Band bildet (Fig. 11, *mstr*). Die Drüsen-

zellen, welche nichts anderes als modifizierte Epidermiszellen darstellen, sind langgestreckt und schmal, an ihrem inneren Ende beträchtlich angeschwollen und von gelblichen, stark lichtbrechenden Granulationen erfüllt. Unmittelbar vor diesem weißlichen Band senkt sich das Epithel zu einer tiefen Rinne (*mr*) ein, welche schräg nach innen und hinten verläuft. Die Ränder dieser Rinne sind von hohen Zylinderzellen ($ep_{1,\ 2}$) bekleidet,, ihr Grund wird dagegen von drüsenartig modifizierten Epithelzellen (*dr*) eingenommen, die stark lichtbrechende Körnchen enthalten. Nach vorn schließt sich an die Rinne ein ziemlich regelmäßiges Zylinderepithel an, in dem nun auch wieder die normalen Hautdrüsenzellen auftreten, die in dem ganzen geschilderten Mantelbezirk durchaus fehlen. Es hängt diese letztere Erscheinung eben damit zusammen, daß Schleim- und Kalkdrüsen niemals das geringste mit der Bildung der Schale zu tun haben.

Der Vorgang der Schalenbildung ist am besten an Schnecken zu beobachten, welche eben ihre Winterquartiere verlassen haben. Zunächst nehmen sie reichlich Nahrung zu sich und beginnen sodann dem alten Schalenrand nach vorn hin ein neues Stück anzufügen, welcher Prozeß nach mehreren Wochen vollendet ist. Das neue Schalenstück tritt zuerst in Form eines zarten, durchsichtigen Plättchens auf, welches nur infolge der hindurchschimmernden dunkel pigmentierten Manteloberfläche dunkel erscheint. Es stellt das Periostracum dar und besteht aus einer konchiolinartigen organischen Substanz. Es ist eine reine Kutikularbildung, hervorgegangen aus einer Abscheidung der in der Mantelrinne gelegenen Zellen. Häufig ist auf jüngsten Stadien noch deutlich eine zarte polygonale Felderung des Schalenhäutchens zu erkennen, wobei jedes Feld den Abdruck des erstarrten Sekretes einer Zelle darstellt. Unter diesem Periostrakum erfolgt dann die Abscheidung der Kalksubstanz, und zwar geht dieselbe zunächst aus von den hohen Drüsenzellen des weißlichen Mantelstreifens, während später auch die benachbarten Mantelzellen daran teilhaben. Die Kalksubstanz tritt zuerst in Form kleiner rundlicher Scheiben auf, die unter beträchtlicher Flächen- und Dickenzunahme und unter stetem Hinzutreten neuer Scheibchen miteinander verschmelzen und schließlich eine feste Lage bilden. Die Entstehung dieser Kalkscheibchen, die übrigens zunächst aus Kalciumphosphat ($CaHPO_4$) und erst später auch aus Kalciumkarbonat ($CaCO_3$) bestehen, hat man sich in der Weise zu denken, daß zunächst von den genannten Epithelien des Mantelrandes aus ein flüssiges Sekret geliefert wird, und daß dann aus diesem erst die Kalkscheibchen auskristallisieren. Dieses flüssige Sekret kann übrigens vermittels Kapillaritätswirkung durch feine Spalträume an bereits fertig ausgebildeten Schalenteilen zwischen Periostracum und äußerster Stalaktitenschicht hoch die Spiralwindungen hinaufgeleitet werden und so auch fern vom Mantelrand zur Verstärkung der Schale beitragen. Nur erfolgt diese Anlagerung neuer Substanz nunmehr von der Außenfläche der Stalaktitenschicht her, während sie am Mantelrand natürlich stets von der Innenfläche aus vor sich geht.

Die Ausbildung der normalen Schalenstruktur kann sich nur vom Mantelrande aus vollziehen, das übrige Epithel des Mantels und des Eingeweidesacks vermag nur irregulär gebaute Kalkschichten und die innerste Blätterschicht zu liefern. Wenn man beispielsweise einer ausgewachsenen Weinbergschnecke im Sommer ein Stück ihrer Schale herausbricht, so bedeckt sich schon nach wenigen Stunden die bloßliegende Körperoberfläche mit einem zarten Häutchen. Dieses Häutchen besteht aber nicht nur aus organischer Substanz, sondern enthält bereits einzelne oder in Gruppen vereinigte sphäritische Kalkkörperchen. Die letzteren vermehren sich stark und bilden schließlich eine zusammenhängende Kalkschicht, die aber stets ein durchaus regelloses, schollenartiges Gefüge zeigt, nie eine Stalaktitenanordnung. Eine solche ausgebesserte Schalenstelle ist daher stets äußerlich in ihrem Aussehen völlig von der erhalten gebliebenen umgebenden Schale verschieden, es fehlen die charakteristischen Streifen und

Fig. 12. Regeneration der Schale einer Weinbergschnecke nach Entfernung des größeren Teiles der Windungen. (Nach E. Korschelt, 1910). Bei *a* Grenze zwischen regeneriertem und intakt gebliebenem Schalenabschnitt.

das gelbgraue Pigment, an ihre Stelle ist eine feine Granulation und ein weißlichgraues Pigment getreten (vgl. Fig. 12). Von der Innenfläche her ist dagegen die ausgebesserte Stelle nach einiger Zeit nicht mehr von der Umgebung zu unterscheiden, da die innerste Blätterschicht allenthalben in ihrer normalen Struktur gebildet werden kann und demgemäß auch unter dem neugebildeten Schalenstück in normaler Form angefügt wird.

Weiter sei etwas näher auf die chemische Zusammensetzung der Schale eingegangen. Weitaus überwiegend (zu etwa 90 %) besteht sie aus Kalciumkarbonat ($CaCO_3$), und zwar aus der besonderen Modifikation desselben, welche man mineralogisch als Konchit bezeichnet. Derselbe unterscheidet sich von Kalzit durch seine bedeutendere Härte, seine leichtere Löslichkeit und sein höheres spezifisches Gewicht (= 2,87). Daneben findet sich in der Schale neben organischer Substanz noch phosphorsaurer Kalk ($CaHPO_4$) vor, weiter in geringen Mengen kohlensaures Magnesium ($MgCO_3$) und Kieselerde. Der wichtigste Bestandteil der Schale ist also Kalk, den der Schneckenkörper von außen aufnimmt, in sich anhäuft und

durch das Blut in gelöstem Zustande den kalkabscheidenden Zellen zuführt. Von außen gewonnen wird der Kalk zum Teil aus den pflanzlichen Nahrungsstoffen, zum Teil aber auch durch direkte Aufnahme kalkhaltiger Erde, durch Benagen von Kalksteinen und fremden Schneckenschalen.

Mit einigen Worten muß endlich noch die oben bereits berührte Regenerationsfähigkeit der Schale besprochen werden. Die Schnecke vermag Verletzungen ihrer Schale in sehr weitgehendem Maße auszubessern, und dies Vermögen geht so weit, daß man einer Schnecke die Schale von der Spitze bis auf die letzte Windung und selbst diese noch zu zwei Dritteln wegnehmen kann, und daß trotzdem die Schale wieder völlig von neuem aufgebaut wird, wenn auch in abweichender Struktur, wie eben auseinandergesetzt wurde. Entfernt man die Kalkschale völlig, so vermag das Tier keinen Ersatz mehr zu schaffen, es geht zugrunde, nachdem es vorher höchstens noch ein zartes, einige Kalkablagerungen enthaltendes organisches Häutchen abgeschieden hat. Nimmt man einer Schnecke endlich die oberen Windungen mit Außen- und Innenwänden sowie Spindelachse weg, so können nun, da die neue Schale ja stets nur in unmittelbarer Berührung mit dem darunter liegenden Epithel abgeschieden werden kann, naturgemäß nur die Außenwände neu angelegt werden, es fehlt also nun die ganze innere Schale samt der Spindel, und die Eingeweide liegen frei in einer einzigen Höhlung. Die Zeitdauer der Regeneration hängt von der Gunst oder Ungunst der äußeren Umstände, vom Ernährungszustand der Schnecke sowie von dem Gehalt des Schneckenkörpers an Kalksalzen ab. Bemerkenswert ist, daß Schalenregeneration auch im Winterschlaf ausgeführt werden kann.

Dieses Regenerationsvermögen ist übrigens für die Schnecken auch in der freien Natur von großer Bedeutung, und häufig findet man durch Regeneration ausgebesserte Schalen, besonders in gebirgigem Gelände, wo das Herabfallen zerbröckelnder Gesteinsstücke leicht zu Schalenverletzungen führt. Insbesondere ist solchen Unfällen der Mündungsrand ausgesetzt, daneben trifft man aber auch nicht selten zugekittete Löcher der Schale, wobei zu deren Verschluß nicht nur abgesplitterte Stücke der Bruchstelle, sondern auch Fremdkörper aller Art, namentlich fremde Schneckenschalenreste, mit verwendet werden können.

Ein Produkt des Mantels ist neben der Kalkschale nun ferner noch der Winterdeckel oder das Epiphragma. Dieses Gebilde wird beim Eintritt in den Winterschlaf als schützende Wand über der Schalenöffnung angelegt, so wie es die Figur unten links auf der Titeltafel zeigt. Die vorbereitenden Anstalten zum Winterschlaf trifft die Weinbergschnecke etwa Anfang Oktober. Zunächst werden die Schnecken träger, sie verlieren die Freßlust und verbergen sich schließlich, häufig in größeren Ansammlungen, unter Moos oder Laub. Hierauf gräbt sich jedes Tier mit dem vorderen Fußabschnitt ein Loch in die Erde, welches zur Aufnahme der Schale bestimmt ist, vergrößert und rundet es mit Hilfe der Schale aus und bleibt endlich mit nach oben gewendeter Schalenöffnung

liegen. Kopf und Fuß werden tief in die Schale eingezogen, über ihnen breitet sich die weißlich erscheinende Mantelscheibe aus, wie es oben bereits beschrieben ist (Fig. 13), und schließt endlich die Schalenöffnung völlig ab. Nun treten die massenhaft entwickelten Drüsenelemente der Mantelscheibe in Tätigkeit, sie sondern zunächst ein schleimiges Sekret ab, das bald zu einer dünnen Membran von horniger Beschaffenheit erhärtet, worauf nachfolgende Absonderungen neue Schichten hinzufügen, und diese letzteren enthalten nun reichlich kohlensauren und phosphorsauren Kalk ($Ca_3(PO_4)_2$), ersteren in der besonderen Modifikation des Kalzits. Das auf diese Weise gebildete Epiphragma nimmt so ständig an Dicke zu, doch bildet es nie einen vollständigen Abschluß gegen die Außenwelt, da es an der Stelle, wo die Atemöffnung gelegen ist, von einer kleinen Öffnung durchbrochen bleibt, welche dem winterschlafenden

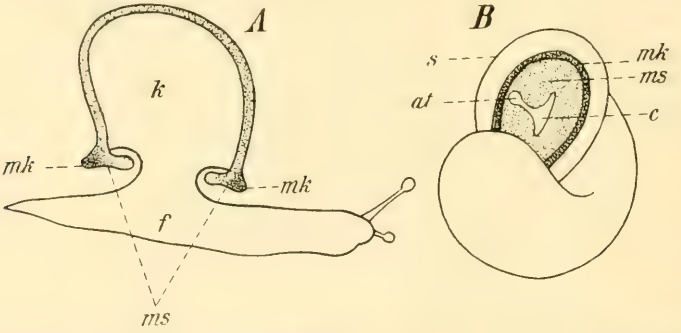


Fig. 13. A. Dorsoventraler Längsschnitt durch eine kriechende Schnecke B. Ansicht der Schalenöffnung bei vorgeschobener Mantelscheibe (Nach Allman, 1896.) *at* Atemöffnung, *c* zentrale Öffnung der Mantelscheibe, *f* Fuß *k* Eingeweidesack, *mk* Mantelkragen, *ms* Mantelleiste oder Mantelscheibe, *s* Schalenrand.

Tiere Luft von außen zuführt. — Nach vollendeter Ausbildung des Epiphragmas zieht sich die Schnecke etwas zurück und scheidet eine zweite, rein häutige Scheidewand ab, zieht sich von neuem zurück und bildet eine dritte, und so können bis zu sechs derartige Membranen mit ebenso vielen dazwischen gelegenen Luftkammern angelegt werden. Namentlich gegen Ende des Winters sind die häutigen Scheidewände recht zahlreich anzutreffen.

Der Winterschlaf der Weinbergschnecke ist ein sehr tiefer, und das beruht auf einer starken Herabsetzung des gesamten Stoffwechsels. Doch ist letzterer keineswegs völlig sistiert. Zwar wird keine Nahrung aufgenommen und so die verdauende Tätigkeit völlig zum Stillstand gebracht, aber die im Organismus aufgespeicherten Reservestoffe vermögen ein Minimum von Lebensenergie zu erhalten. Es handelt sich dabei namentlich um die in der Leber abgelagerten Glykogenstoffe, deren Verbrauch eine

ganz beträchtliche Gewichtsabnahme während des Winterschlafs zur Folge hat. Erhalten bleibt von den Lebensvorgängen zunächst die Atmung, ermöglicht durch den Zutritt von Luft durch das Epiphragma hindurch, erhalten bleibt weiter die Herztätigkeit, wenn auch die Frequenz der Herzschläge sehr beträchtlich herabgesetzt erscheint (vgl. unten S. 66). Eine Lebenstätigkeit des Gewebes macht sich ferner dadurch bemerkbar, daß Verletzungen des Schalengehäuses auch im Winterschlaf ausgebessert werden können, wenn auch bedeutend langsamer als im Sommer.

In diesem fast völlig starren Zustande vermag die Schnecke allen Unbilden des Winters zu trotzen. Ganz besonders ist es das Epiphragma, welches zusammen mit der Kalkschale einen äußerst wirksamen Schutz gegen die Kälte abgibt. Wird der Winterdeckel zerbrochen, so können die Schnecken schon bei Temperaturen von 0° zugrunde gehen, während sie unter dem Schutze des Epiphragmas sehr beträchtliche Kältegrade überstehen können. Am besten demonstrieren dies die Ergebnisse einiger Experimente. Drei Schnecken mit zerbrochenem und drei mit vollkommen intaktem Epiphragma wurden in einem verschlossenen Gefäß langsam eingefroren, schließlich bis auf — 100° C. gebracht und sodann langsam wieder aufgetaut. Die Schnecken, deren Epiphragma entfernt worden war, waren sämtlich tot, von den dreien, deren Epiphragma unversehrt geblieben war, gaben zwei sehr bald deutliche Lebenszeichen von sich und erholten sich schließlich ganz. Von drei anderen Schnecken, die tagelang einer Temperatur von —110° bis —120° ausgesetzt waren, starben zwei, deren Winterdeckel verletzt war, während eine, deren Deckel intakt war, am Leben blieb[1]).

Wenn man die Schnecken während des Winterschlafs aufweckt, was am besten durch Entfernung des Epiphragmas und längeres Eintauchen in Wasser geschieht, so werden sie bei höherer Temperatur völlig munter, fressen wohl auch ein wenig, fallen aber sehr bald unter Bildung eines neuen Winterdeckels von neuem in Schlaf. Doch sind dann derart gestörte Schnecken sehr viel weniger widerstandsfähig und sterben leicht ab. Das Bestreben, im Herbst in den Winterschlaf zu gehen, ist übrigens dem Organismus der Weinbergschnecke so fest eingeprägt, daß selbst dann, wenn sie zu der betreffenden Zeit bei höherer Temperatur gehalten werden, die Bildung des Winterdeckels keineswegs immer verhindert werden kann.

Normalerweise dauert der Winterschlaf etwa 6 Monate. Mit Beginn des Frühjahrs wachen die Schnecken wieder auf, wobei aber natürlich, ebenso wie bei dem Einkapselungstermin, Höhenlage und Temperatur des Ortes von verzögerndem oder beschleunigendem Einflusse sein können.

---

[1]) An dieser Stelle möge auch kurz der Maximaltemperaturen Erwähnung getan werden, bei denen eine Weinbergschnecke am Leben bleiben kann. Temperaturen von +40 bis 45° C. werden noch über eine Stunde lang ertragen; nach anderthalb Stunden freilich sind diese Temperaturen bereits tödlich für sie. In Temperaturen über +50° sterben sie spätestens nach 5 Minuten, bei +60° fast sofort.

Junge Schnecken deckeln im allgemeinen später ein und wachen früher wieder auf als ältere Exemplare. Hält man winterschlafende Schnecken künstlich und dauernd an trockenen kühlen Orten, so kann man die Dauer des Erstarrungszustandes bis auf 20 Monate ausdehnen. Das Öffnen im Frühjahr erfolgt endlich in der Weise, daß die Mantelscheibe im Innern der Schale sich zurückzieht, durch ihre Öffnung in der Mitte Kopf und Fuß hindurchtreten und unter starkem Pressen das Epiphragma zersprengen.

4. Kapitel

Die bindegewebigen und muskulösen Komplexe im Innern des Körpers

Wie die äußere Haut von Bindegewebe gestützt wird, so finden sich auch im Innern des Schneckenkörpers allenthalben bindegewebige Komplexe zur Stütze der Organe verbreitet. Ihre histologischen Elemente sind recht mannigfacher Natur. So treten zunächst sternförmig verästelte, mit verzweigten Ausläufern versehene Bindesubstanzzellen auf, zwischen denen unregelmäßig zerstreute Fibrillenbündel liegen; beide zusammen bilden umfangreiche, zwischen den Organen ausgespannte Membranen, die von zahlreichen rundlichen Lücken durchbrochen sind. Von Elementen des Bindegewebes sind ferner die Kalkzellen hervorzuheben, kenntlich an ihrer opakweißen Farbe, die durch den Gehalt an feinsten Kalkkörnchen hervorgerufen wird. Eine ganz besonders wichtige Rolle spielen weiter die sog. Leydigschen Zellen, die sehr bedeutenden Anteil an der Zusammensetzung des Bindegewebes haben können. Sie stellen große blasige Elemente von rundlichem Umrisse dar, deren Kern an die Wand gerückt ist, während das Innere von einem lockeren Gerüstwerk erfüllt erscheint. In diesem inneren Gerüst sammeln sich massenhaft Reservestoffe in Form von Glykogen an und diese aufgespeicherten, bald kugelförmigen, bald mehr unregelmäßig gestalteten Nährstoffe verleihen den Leydigschen Zellen ein sehr charakteristisches, stark glänzendes Aussehen. Es finden sich diese Zellen überall im Körper vor, ganz besonders häufig aber sind sie in der Bindesubstanz der Leber, also des wichtigsten Verdauungs- und Resorptionsorgans, anzutreffen, zahlreich sind sie ferner an den Speicheldrüsen, im Fuße wie in der Umgebung der Blutgefäße zu finden.

Als selbständiger Körpermuskel kommt im Innern des Schneckenkörpers, wenn wir von den allenthalben im Unterhautbindegewebe zerstreuten Muskelfasern, sowie von der besonderen, bereits besprochenen Muskulatur des Fußes absehen, eigentlich nur der Columellarmuskel in Betracht. Derselbe entspringt von der unteren Hälfte der Spindel oder Columella der Schale und breitet sich strahlenförmig nach vorn hin aus, wo er in Fuß, Kopf und Mundmasse seine Insertionspunkte findet.

Es bewirkt dieser Muskel im besonderen das Zurückziehen aller dieser Teile in die Schale, wie er andrerseits auch die Schale fest mit dem Weichkörper verbindet. Wenn man eine betäubte oder getötete Schnecke aus ihrer Schale herausziehen will, so leistet nur die Ursprungsstelle des Muskels an der Spindel namhaften Widerstand.

An seiner Ursprungsstelle bildet der Columellarmuskel eine breite, zuweilen zweigespaltene, die Spindelachse umwindende Platte. Auf seinem Zuge nach vorn zerfällt er alsbald in zwei gesonderte Bänder, die asym-

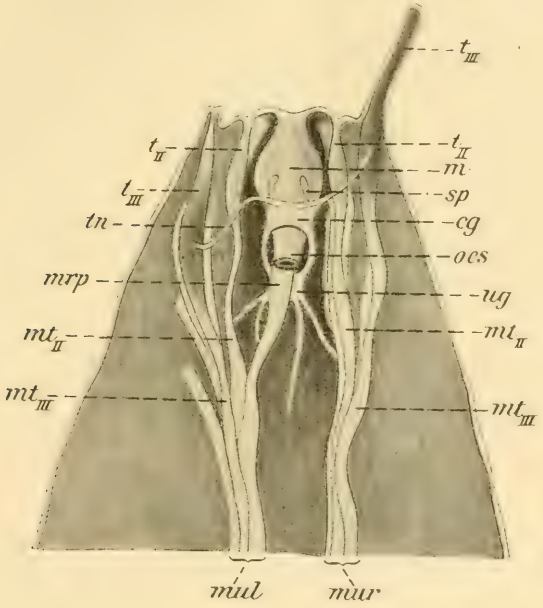


Fig. 14. Topographie der Muskulatur des vorderen Körperabschnittes einer Weinbergschnecke. (Nach E. Yung, 1903.) *cg* Cerebralganglion, *m* Buccalmasse, *mrp* Muskel derselben, *mt* Tentakelmuskeln, *mul, mur* linkes und rechtes Hauptmuskelbündel, *oes* Speiseröhre, *sp* Ausführgang der Speicheldrüsen, *t* Tentakel *tn* Tentakelnerv, *ug* untere Ganglienmasse.

metrisch zu beiden Seiten entwickelt sind. Das linke Band (Fig. 14, *mul*) zerteilt sich in drei Muskelbündel. Das am weitesten nach innen und oben gelegene (*mrp*) zieht nach dem Ganglienschlundring hin, läuft durch denselben hindurch und inseriert an der Mundmasse als hinterer Radulamuskel. Die nach außen von diesem Muskel gelegene Masse des Columellarmuskels zerfällt nochmals in zwei Komplexe, von denen der äußere (mt_{III}) in den großen Tentakel eindringt, der innere (mt_{II}) ein Muskelbündel an den kleinen Tentakel abgibt, im übrigen aber mit zahlreichen Muskelfasern sich in der vorderen Körperregion verteilt. Die rechte Hälfte

des Columellarmuskels (*mur*) verhält sich ebenso, nur fehlt die mittlere Partie, die zur Mundmasse zieht.

Histologisch bilden den wichtigsten Bestandteil des Muskels natürlich seine kontraktilen Elemente, die Muskelfasern. Diese Fasern sind glatt, langgestreckt, von rundem bis ovalem Querschnitt, ohne Querstreifung. Treten einer solchen ähnliche Bildungen auf, so betreffen dieselben nie die eigentliche Muskelsubstanz, sondern beruhen auf einer streifenartigen Struktur des Plasmas der Muskelzellen. Die von einem Sarkolemm umschlossenen Fasern sind in der Regel ganz regelmäßig nebeneinander gelagert und nur in der Nähe der Anheftungsstelle an die Columella wird diese regelmäßige Lagerung gestört, indem hier die Fasern sich in mannigfachem Verlaufe kreuzen, sich um ihre eigene Achse aufrollen und so ein eigenartiges kompaktes Gewebe darstellen. Höchst eigenartig stellt sich sodann auch die eigentliche Anheftung der Muskelfasern an die Columella dar. Dieselbe wird nämlich vermittelt durch stark entwickeltes Bindegewebe sowie durch epithelartig angeordnete Zylinderzellen, die aber keine eigentlichen Epithelzellen, sondern umgewandelte Bindegewebselemente darstellen. An letztere schließt sich endlich noch eine homogene Basalmembran an und diese ist durch zarte Fortsätze mit der organischen Grundsubstanz der Kalkschale fest verbunden.

5. Kapitel

Das Nervensystem

Das **Zentralnervensystem** umschließt als ein vollendeter Ring den vordersten Abschnitt der Speiseröhre unmittelbar hinter der Mundmasse (Fig. 34, *cg + ug*). Im einzelnen ist dabei die Lage dieses Schlundrings nicht völlig fixiert. Er vermag entsprechend den verschiedenen Kontraktionszuständen des vorderen Schneckenkörpers an der Speiseröhre hin und her zu gleiten und kann sich dabei infolge seiner nicht unbeträchtlichen Weite direkt über die Mundmasse hin vorschieben. Bei oberflächlicher Betrachtung läßt der Schlundring zunächst nur wenig Einzelheiten erkennen (Fig. 15). Wir erblicken auf der Oberseite der Speiseröhre eine längliche rechteckige Platte, das Gehirn- oder Cerebralganglion (*cg*). Seine längere Seite mißt etwa 4 mm, seine kürzere 2 mm, die Höhe beträgt wenig über 1 mm. Nach vorn und den Seiten hin strahlen zahlreiche Nerven aus, nach hinten ziehen von den Seitenteilen aus mächtige Stränge (*c*), die den Ösophagus zwischen sich fassen und in eine zweite, unterhalb der Speiseröhre gelegene Ganglienmasse einmünden. Diese letztere, infraösophageale Ganglienmasse ist von scheibenförmiger Gestalt und besitzt bei etwa 2 mm Dicke eine Länge und Breite von je 3 mm. In ihr sind zwei völlig selbständige Ganglienmassen enthalten,

die Fuß- oder Pedalganglien (*pdg*) und die Eingeweideganglien (*vg*), beide Komplexe getrennt durch einen Spalt, durch welchen die Kopfaorta ihren

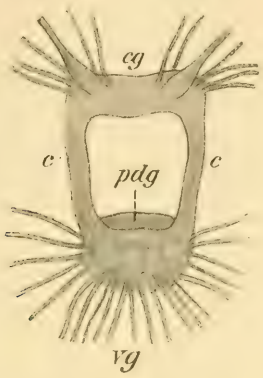


Fig. 15. Schlundring von Helix pomatia mit der umschließenden Bindegewebshülle in der Ansicht von oben und hinten. *c* Konnektive zwischen oberer und unterer Ganglienmasse, *cg* Cerebralganglien, *pdg* Pedalganglien, *vg* Eingeweideganglien.

Weg nimmt. Nur ein einziges Ganglienpaar liegt außerhalb dieses Schlundrings, der im übrigen die gesamten nervösen Zentren enthält; es sind dies die Buccalganglien, die weiter nach vorn auf der Unterseite der

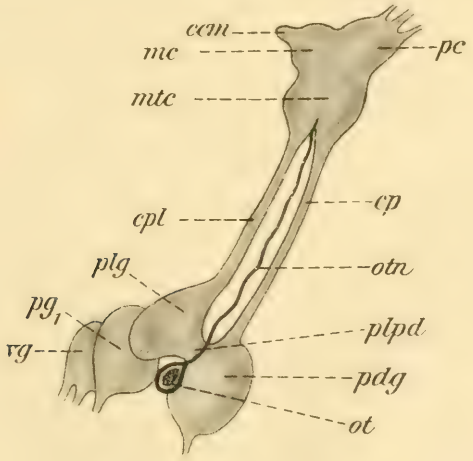


Fig. 16. Zentralnervensystem von Helix (aspersa) in rechter Seitenansicht, (Nach H. Lacaze-Duthiers, 1872.) *ccm* Cerebralkommissur. *cp* Cerebropedalkonnektiv, *cpl* Cerebropleuralkonnektiv, *mc* Mesocerebrum, *mtc* Metacerebrum. *ot* Otocyste, *otn* Gehörnerv, *pc* Protocerebrum, *pdg* Pedalganglion. pg_1 Parietalganglion, *plg* Pleuralganglion, *plpd* Pleuropedalkonnektiv, *vg* Visceralganglion.

Mundmasse liegen und durch lange Verbindungsstränge mit den Gehirnganglien verbunden sind.

Die geschilderten äußeren Formverhältnisse geben uns nun noch nicht die wahre Gestalt der Ganglienkomplexe, wir haben in ihnen zunächst nur die Umrisse der überaus mächtigen bindegewebigen Hülle kennen gelernt, welche die eigentlichen nervösen Zentren einschließt. Erst nach Entfernung dieser Hülle ist es möglich, Form und Zusammensetzung der Ganglien selbst näher zu studieren (vgl. zum folgenden Fig. 16 und 17). Das Gehirn- oder Cerebralganglion setzt sich aus zwei völlig gleichen Hälften zusammen, die durch einen kurzen, aber breiten Faserstrang, eine Kommissur, miteinander verbunden sind und in ihrem Innern einen recht komplizierten Aufbau zeigen. In jeder Hälfte lassen sich drei gesonderte Abteilungen unterscheiden. Die größere Abteilung ist als verzerrt scheibenförmig zu charakterisieren, sie liegt nach hinten hin und kann als Hinterhirn oder Metacerebrum (*mtc*) bezeichnet werden. Nach der medianen Seite hin schließt sich an dieses Metacerebrum eine nierenförmig gestaltete Ganglienmasse an, das Mittelhirn oder Mesocerebrum (*mc*), welches in enger Beziehung zu dem verbindenden Kommissurenstrang (*ccm*) steht. Und endlich ist der Vorderseite des Metacerebrums ein länglich ovaler Körper von kreisrundem Querschnitt angelagert, das Vorderhirn oder Protocerebrum (*pc*).

Die Fuß- oder Pedalganglien (*pdg*) bilden den mehr nach vorn und unten gelegenen Abschnitt der infraösophagealen Ganglienmasse. Ihre beiden Hälften sind bald ellipsoid, bald von abgestumpfter Kegelform und zeigen am Rande kleine, sehr variable Einschnitte. Miteinander verbunden sind die beiden eng aneinander liegenden Hälften durch zwei quere Kommissuren, eine vordere (pcc_I) und eine hintere (pcc_{II}), von denen erstere die umfangreichere ist.

Die Eingeweideganglien endlich stellen einen Komplex von fünf hufeisenförmig angeordneten Ganglien dar. Den mittleren Abschnitt nehmen drei Ganglien ein, zwei paarige, die man als Parietalganglien (*pg*) zu bezeichnen pflegt, und ein unpaares, das Visceralganglion im engeren Sinne (*vg*). Das rechte Parietalganglion (pg_1) hat die Gestalt eines schiefen abgestumpften Kegels, dessen Spitze nach links vorn und dessen Basis nach rechts hinten gewendet ist. Das Visceralganglion (*vg*) ist das größte der Eingeweideganglien, es liegt in der Mittelebene und besitzt eine ähnliche Gestalt wie das rechte Parietalganglion. Nach links von ihm fügt sich das linke Parietalganglion (pg_2) an, meist so innig mit ihm verschmolzen, daß eine scharfe Abgrenzung unmöglich ist. Der innere Zusammenhang der drei Ganglien wird im übrigen noch besonders durch kommissurale Faserstränge herbeigeführt. Nach den Außenseiten hin schließen den Komplex der Eingeweideganglien die Pleuralganglien (*plg*) ab. Dieselben besitzen im allgemeinen eine nierenförmige Gestalt und sind zumeist etwas asymmetrisch zu beiden Seiten entwickelt. Gegenüber allen übrigen Ganglien nehmen sie insofern eine Sonderstellung

ein, als sie keine eigenen Nerven entsenden, sondern nur Verbindungszentren darstellen zwischen den drei mittleren Eingeweideganglien einerseits, Pedal- und Cerebralganglien andrerseits.

Als letztes Ganglienpaar wären endlich noch die Buccalganglien (*bg*) anzuführen. Dieselben sind von eiförmiger, birn- oder biskuitförmiger Gestalt und liegen in einiger Entfernung von dem Schlundring, etwa in der Höhe der Einmündungsstellen der Speicheldrüsen, der Unterseite der Mundmasse auf. Ihr größter Durchmesser beträgt nicht ganz einen Millimeter. Untereinander sind sie durch eine breite Querkommissur (*bcm*) verbunden.

Zusammengehörige Ganglienpaare sind, wie bereits angeführt, durch Kommissuren miteinander verbunden; bei den Pedalganglien treten letztere sogar in doppelter Ausbildung auf. Weiter stehen aber nun auch die verschiedenen gangliösen Zentren jeder Seite durch längsverlaufende Faserstränge, durch sog. Konnektive, miteinander in Verbindung. Solcher Konnektive (vgl. hierzu Fig. 17) gehen von den Cerebralganglien jederseits drei ab. Ein erstes entspringt von der Unterseite, verläuft schräg nach hinten, biegt dann nach vorn um und begibt sich als lang ausgezogenes Buccalkonnektiv (*cb*), die Speiseröhre umfassend, zu den Buccalganglien. Zwei weitere nehmen ihren Ursprung aus dem hinteren Bereich des Metacerebrums, sie bilden durch ihren Verlauf nach hinten und unten die den Ösophagus umgreifenden Seitenteile des Schlundrings (Fig. 15, *c*), die Schlundkommissuren, wie man sie früher nannte; sie sind als solche durch das umhüllende Bindegewebe zu einem einheitlichen Strang auf jeder Seite verbunden. Das mehr nach hinten gelegene Konnektiv tritt jederseits mit dem Pleuralganglion als Cerebropleuralkonnektiv (*cpl*) in Verbindung und zeichnet sich zuweilen durch eine bulbusartige, an seinem Austritt aus dem Ganglion gelegene Anschwellung aus. Mehr nach vorn liegt die Ursprungsstelle des Cerebropedalkonnektivs (*cp*), welches die Verbindung mit den Pedalganglien herstellt. — Von den Pedalganglien gehen jederseits die Wurzeln zweier Konnektive aus, die vordere entspringt am vorderen Außenrand und zieht als das schon beschriebene Cerebropedalkonnektiv (*cp*) nach vorn und aufwärts zum Cerebralganglion, die zweite weiter rückwärts gelegene wendet sich nach hinten zum Pleuralganglion als Pleuropedalkonnektiv (*plpd*). — Von den Pleuralganglien nehmen drei Konnektivpaare ihren Ursprung. Zwei derselben kennen wir bereits, das eine, welches zu den Pedalganglien und das andere, welches zu den Cerebralganglien führt. Das dritte Paar ist sehr kurz, es stellt als Pleuroparietalkonnektiv (*plp*) die Verbindung mit den Parietalganglien her. Und endlich müssen auch die Faserstränge, welche die Parietalganglien mit den Visceralganglien innig verbinden, schließlich als Konnektive (Visceroparietalkonnektive, *vp*) aufgefaßt werden. — Von den Buccalganglien entspringt nur ein einziges Paar von Konnektiven, und zwar nahe dem Außenrand als das eine Ende der zu den Cerebralganglien hinziehenden Buccalkonnektive (*cb*). - Im ganzen genommen läßt sich also

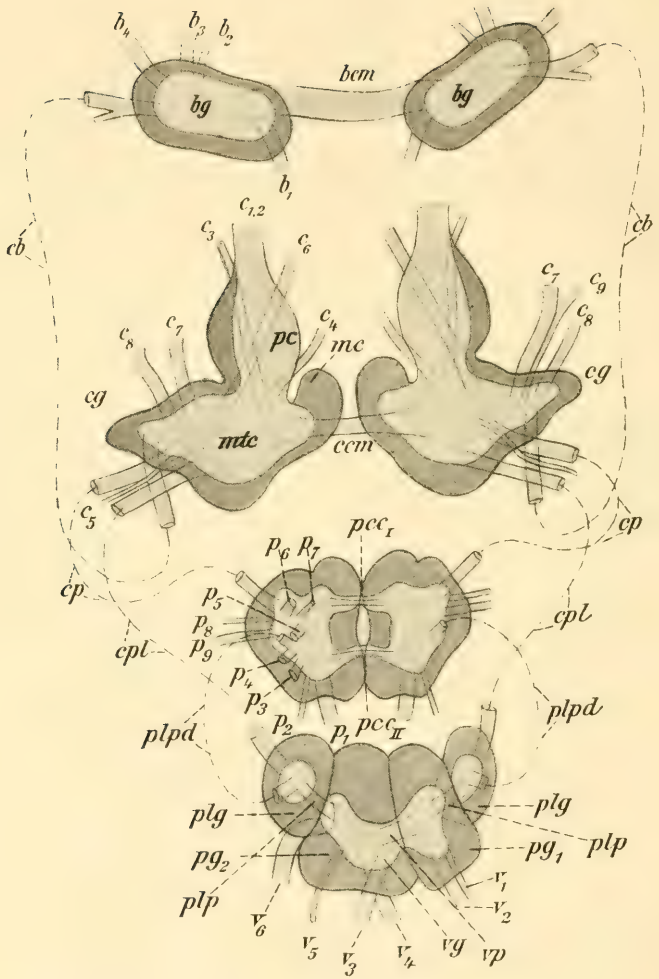


Fig. 17. Schematisches Rekonstruktionsbild des gesamten Zentralnervensystems von Helix pomatia. (In Anlehnung an Böhmig, 1883.) In der Ansicht von oben und hinten. Die Ganglienzellenschicht ist dunkel, die Punktsubstanz heller gehalten. *bcm* Buccalkommissur, *bg* Buccalganglien, *cb* Buccalkonnektive, *ccm* Cerebralkommissur, *cg* Cerebralganglien, *cp* Cerebropedalkonnektiv, *cpl* Cerebropleuralkonnektiv, *mc* Mesocerebrum, *mtc* Metacerebrum, *pc* Protocerebrum, *pcc I, II* die Pedalkommissuren der Pedalganglien, *pg* Parietalganglien, *plg* Pleuralganglien, *plp* Pleuroparietalkonnektiv, *plpd* Pleuropedalkonnektiv, *vg* Visceralganglion, *vp* Visceroparietalkonnektiv. Die Erklärung der Nervenbezeichnungen b_{1-4}, c_{1-9}, p_{1-9}, v_{1-6} siehe im Text, Seite 31 ff.

für den Schlundring sagen, daß Cerebral- und Pedalganglien sowohl untereinander wie auch jedes für sich durch Vermittlung der Pleuralganglien mit dem Komplex der Eingeweideganglien verbunden sind.

Tiefer in den Aufbau des zentralen Nervensystems hinein führt uns eine Betrachtung seiner histologischen Zusammensetzung. Den wichtigsten zelligen Bestandteil bilden naturgemäß die Ganglienzellen (Fig. 18, *gz*). Dieselben stellen rundliche, birnförmige, wohl auch scheibenförmige Elemente von sehr variabler Größe dar, es schwankt ihr Durchmesser von 0,007 bis zu 0,4 mm. Derartige Riesenzellen, wie sie das zuletzt angegebene Maß von $^4/_{10}$ mm angibt, sind aber nicht häufig; sie sind vorzugsweise in den Eingeweideganglien anzutreffen, wogegen in den Cerebralganglien die Ganglienzellen höchstens einen Durchmesser von 0,16 mm erreichen. Das Plasma enthält einen großen, zumeist kugelrunden Kern und sendet nach einer Seite einen einzigen mächtigen Fortsatz aus. Wir haben also hier unipolare Ganglienzellen vor uns, und dies gilt zum mindesten für die überwiegende Mehrzahl derselben. Topographisch bilden die Ganglienzellen im allgemeinen den Rindenbelag der Nervenzentren, ihr Bereich ist in der Fig. 17. dunkler gehalten. In den Cerebralganglien umkleiden sie so die Außenseite des Protocerebrums (hier übrigens eine besondere Form kleiner kugeliger Elemente bildend), erfüllen ganz das Mesocerebrum und bilden um das Metacerebrum eine kontinuierliche Rindenschicht von variabler Mächtigkeit. Pedal- und Eingeweideganglien sowie die Buccalganglien sind ebenfalls allseitig von einem Belag von Ganglienzellen umschlossen. Im einzelnen hat man weiter hinsichtlich der Lagerung der Ganglienzellen die eigenartige Beobachtung gemacht, daß dieselben häufig in symmetrischer Anordnung in den entsprechenden beiderseitigen Ganglienhälften auftreten, daß einzelne besonders ausgezeichnete ferner als konstante Gebilde bei allen Individuen wiederkehren können.

Der aus dem Protoplasma der Ganglienzellen hervorgehende Fortsatz (Fig. 18, *f*) teilt sich nach kürzerem oder längerem Verlauf wiederholt dichotomisch und erfährt schließlich eine Auflösung in feinste Fibrillen. Indem nun die zahllosen Fibrillen der einzelnen Fortsätze sich vielfach kreuzen und miteinander verflechten, entsteht ein zweiter wichtiger morphologischer Bestandteil der nervösen Zentren, die sog. Punktsubstanz (Fig. 18, *p*). In Wirklichkeit stellt also diese Punktsubstanz, ganz im Gegensatz zu ihrem Namen, ein Filzwerk feinster Plasmafasern dar, sie findet sich vorzugsweise im Zentrum der Ganglien angehäuft, so in den Pedal-, Buccal-, Eingeweideganglien (ihr Bereich ist in der Fig. 17 heller gehalten). Nur in den Gehirnganglien zeigt die Punktsubstanz eine etwas modifizierte Lagerung, insofern sie im Bereiche des Protocerebrums die ganze Innenhälfte desselben einnimmt, im Mesocerebrum völlig fehlt und erst im Metacerebrum wieder den ganzen inneren Kern darstellt.

Zusammengehalten werden Ganglienzellen und Punktsubstanz in ihren einzelnen Teilen durch ein besonderes Stützgewebe, die Neuroglia (Fig. 18, *ng*). Dieselbe stellt ein zartes homogenes Gewebe dar, welches kleine

Kerne in sich enthält und welches überall zwischen die jeder besonderen Hüllmembran ermangelnden Ganglienzellen und Nervenfibrillen eindringt, gewissermaßen ein Substrat für letztere bildend.

Zu äußerst endlich wird das ganze zentrale Nervensystem von dem schon mehrfach erwähnten Hüllgewebe umschlossen. Dasselbe erreicht eine so bedeutende Mächtigkeit, daß Form und Größe der einzelnen Ganglien äußerlich fast ganz verdeckt werden; es setzt sich aus mehreren Lagen zusammen, die teils aus blasigen Bindegewebselementen, teils aus sich kreuzenden oder parallel verlaufenden, zuweilen etwas geschlängelten Faserzügen bestehen.

Die in der Punktsubstanz aufgelösten Ganglienzellenfasern finden nun hier keineswegs ihr Ende, sie legen sich vielmehr wieder zu stärkeren

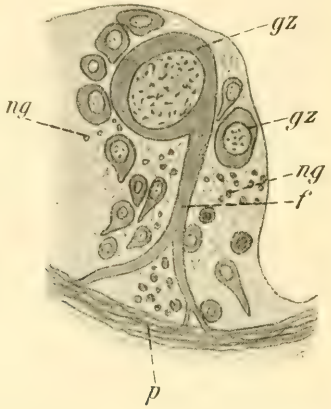


Fig. 18. Teil eines Querschnitts durch ein Eingeweideganglion von Helix (aspersa). (Nach Nabias, 1893). *f* Ganglienzellenfortsatz. *gz* Ganglienzellen. *ng* Neuroglia. *p* Punktsubstanz.

Fibrillenfasern zusammen und treten schließlich bündelweise vereinigt aus den Ganglien aus. Als solche bauen sie dann zunächst die Kommissuren und Konnektive auf, die nur ganz vereinzelt noch Ganglienzellen enthalten, wie beispielsweise in Cerebropedal- und in Cerebropleuralkonnektiven. Weiter aber gehen aus solchen Fibrillenfasern auch die peripheren Nerven hervor, die somit unter Vermittlung der feinen Fäserchen der Punktsubstanz in kontinuierlicher Verbindung mit den Plasmafortsätzen der Ganglienzellen stehen. Hinzu tritt zum Aufbau des fertigen Nerven nur noch das Neurilemm, eine schützende Hülle, welche als eine Fortsetzung des die Ganglien umkleidenden Bindegewebes angesehen werden muß. Es besteht aus zwei Lagen, einer äußeren losen mit großen blasigen Zellen und einer inneren, die eine straffe, feste Membran darstellt und durch nach innen entsandte Septen den Nerven in eine Anzahl von Fächern oder Kammern zerlegt, in denen dann erst die eigentlichen nervösen Fasern

liegen. Ganglienzellen finden sich in den peripheren Nerven nur selten noch vor, so beispielsweise in den Nerven, welche Magen und Darm versorgen, oder in den Nervenplexusbildungen des Fußes.

Als zweiten wichtigen Komplex des ganzen Nervensystems hätten wir also nun noch seine peripheren Nerven zu betrachten, welche die Verbindung zwischen den zentralen Teilen und den peripheren Endorganen bewerkstelligen. Wir ordnen sie zur systematischen Betrachtung am besten nach ihren im Zentralsystem gelegenen Ursprungsorten an (vgl. hierzu Fig. 17).

I. Von den Cerebralganglien gehen acht Nervenpaare und ein unpaarer Nerv ab. Es sind dies folgende:

1. Paar. Nervus olfactorius (Riechnerv, c_1). Derselbe entspringt als ein dicker Nerv vom Protocerebrum und zieht nach vorn in das Innere des großen Tentakels, wo er in den voluminösen Riechganglien endet (vgl. hierzu S. 37 und Fig. 20, 21). In seinem Verlaufe findet sich auf rechter und linker Seite insofern ein Unterschied, als der linke Nerv in gerader Richtung nach vorn verläuft, der rechte dagegen einen Bogen um Vas deferens und Penis beschreiben muß.

2. Paar. Nervus opticus (Sehnerv, c_2). Er fällt in seinem Ursprung völlig mit dem vorigen zusammen, und erst im Innern der Tentakelscheide werden seine Fasern selbständig und begeben sich in Gestalt eines dünnen Nervenstranges zum Auge (vgl. hierzu S. 37 sowie Fig. 20, 21).

Alle übrigen Nerven entspringen vom Metacerebrum, dem Mesocerebrum fehlt jegliche Nervenwurzel.

3. Paar. Nervus peritentacularis externus (äußerer Tentakelscheidennerv, c_3). Er entspringt von der Vorderseite des Metacerebrums im Bereiche der medianen Hälfte desselben, zieht durch das Protocerebrum hindurch und tritt neben dem Riechnerv aus, um sich an die Basis der oberen Tentakelscheide und an die umliegende Körperhaut zu begeben.

4. Paar. Nervus peritentacularis internus (innerer Tentakelscheidennerv, c_4). Er entspringt etwas nach innen vom vorigen und innerviert die inneren Teile der oberen Tentakelscheide.

5. Paar. Nervus acusticus (Gehörnerv, c_5). Dieser überaus zarte Nerv ist infolge der Bindegewebshülle des Schlundrings nur schwer zu beobachten, am besten noch an jugendlichen Tieren. Er entspringt aus dem Metacerebrum in dem Raum zwischen dem Abgang von Cerebropedal- und Cerebropleuralkonnektiv, folgt letzteren nach unten und hinten (vgl. Fig. 16, *otn*), umzieht das Pleuropedalkonnektiv und gelangt so schließlich zu der Gehörblase, die in dem Raum zwischen Fuß- und Eingeweideganglien gelegen ist.

6. Paar. Nervus labialis internus (innerer Lippennerv, c_6). Er geht aus von der Unterseite des Vorderrandes des Metacerebrums, etwa in dessen Mitte. In seinem nach vorn gerichteten Verlaufe teilt er sich

schließlich in zwei Äste, von denen der innere am Oberrand der Lippen, der äußere in der Haut zwischen großem und kleinem Tentakel endet.

7. Paar. Nervus labialis medianus (mittlerer Lippennerv, c_7). Er entspringt ebenfalls vom Vorderrande des Metacerebrums, etwas weiter nach außen als voriger. Als ziemlich kräftiger Nerv teilt er sich ebenfalls bald in zwei Äste, von denen der innere zu den Lippententakeln zieht (vgl. S. 39), der äußere den unteren Tentakel versorgt, in dessen Spitze er in einem kleinen Ganglion endet (vgl. S. 39).

8. Paar. Nervus labialis externus (äußerer Lippennerv, c_8). Er stellt einen ebenso starken Nerven wie der vorige dar und nimmt seinen Ursprung unmittelbar neben demselben. Nach innen verlaufend, endet er schließlich in einem Ganglion, von dem Nervenfasern zur unteren Partie des Schlundes und in die Umgebung der Lippen ausstrahlen. Wahrscheinlich haben wir ihn als einen Geschmacksnerven zu deuten.

9. Nerv. Nervus penis (Penisnerv, c_9). Er ist der einzige unpaare Nerv des Cerebralganglions, insofern er nur rechterseits entwickelt ist. Er entspringt ganz in der Nähe des rechten Nervus labialis medianus, läuft demselben eine Strecke weit dicht anliegend parallel und innerviert schließlich die Penisscheide.

II. Aus den Pedalganglien treten insgesamt neun Nervenpaare aus. Zwei Nervenpaare (p_1, p_2) entspringen aus dem hintersten Abschnitt des Ganglions von dessen Oberseite, vier weitere (p_3—p_6) von der Unterseite am Außenrand, ebenda ferner ein sehr zartes Nervenpaar (p_7), welches nicht ganz konstant auftritt und zuweilen nur ein Ast von p_6 ist. Und endlich nehmen noch zwei letzte Nervenpaare (p_8, p_9) wieder von der Oberseite der Ganglien ihren Ursprung, dicht neben der Austrittsstelle der Cerebropedalkonnektive. Alle diese Nerven strahlen radiär von ihrem Ursprungszentrum aus (vgl. Fig. 15) und ziehen in schräger Richtung zur Fußsohle, in welche sie schließlich eindringen. Frühzeitige Verzweigung läßt die Zahl der Nerven größer erscheinen, als sie in Wirklichkeit ist. Sie versorgen also im wesentlichen die Muskulatur der Schneckensohle, worüber nähere Einzelheiten auf S. 10 zu finden sind. Nur ein einziges Nervenpaar (p_9) scheint einzelne Äste an den Eisamenleiter (Spermovidukt) abzugeben.

III. Von den gesamten Eingeweideganglien nehmen sechs Nerven ihren Ursprung.

Die Pleuralganglien entsenden überhaupt keine Nerven.

Aus dem rechten Parietalganglion entspringen dicht nebeneinander zwei Nerven, die auf einer beträchtlichen Strecke ihres Verlaufs in eine gemeinsame Scheide eingeschlossen sind. Es sind dies der Nervus pallialis dexter externus und internus (äußerer und innerer rechter Mantelnerv (r_1, r_2), die beide zur rechten Mantelhälfte sich begeben.

Aus dem median gelegenen Visceralganglion gehen insgesamt drei Nerven hervor. Am weitesten rechts entspringt der Nervus intestinalis (Eingeweidenerv, r_3), der längs der Aorta nach hinten verläuft und

Zweige an Niere, Herz, Leber, vielleicht auch an Teile der Geschlechtsorgane abgibt. Unter ihm und etwas weiter nach links hin nimmt der zweite Nerv, der Nervus analis (Nerv der Aftergegend, v_4) seinen Ursprung; er wendet sich nach seinem Austritt nach rechts, kreuzt dabei den Eingeweidenerven und begibt sich zur Aftergegend. Der am weitesten nach links gelegene Nerv ist sehr viel schmächtiger, er innerviert als Nervus cutaneus (v_5) die Haut.

Aus dem linken Parietalganglion kommt nur ein einziger Nerv, der Nervus pallialis sinister (linker Mantelnerv, v_6), der seitlich aus dem Ganglion austritt und sich zur linken Mantelhälfte begibt.

IV. Aus den Buccalganglien entspringen jederseits vier Nerven. Einer derselben geht nahe der Querkommissur vom Innenrande ab und dringt als Schlundnerv (b_1) in die Mundmasse ein. Drei Nerven nehmen ihren Ursprung von der Vorderseite; von ihnen versorgt der innere kleinere (b_2) die Speicheldrüsen, während die beiden äußeren (b_3, b_4) den Darm innervieren. Es übernehmen also die Buccalganglien mit ihren Nerven die Rolle eines sympathischen oder Eingeweidenervensystems.

Über die Lokalisation nervöser Zentren im physiologischen Sinne ist bisher nur wenig bekannt. Die Untersuchung des inneren histologischen Aufbaus der Ganglien hat ergeben, daß das Protocerebrum in engster Beziehung zu dem Riech- und Sehnerven steht, daß Fasern des letzteren sogar bis in das Mesocerebrum zu verfolgen sind; in diesen Gebieten wäre also der Sitz der Geruchs- und Gesichtsempfindung zu suchen. Im Mesocerebrum enden ferner die Fasern des Gehörnerven, hier läge also auch das Zentrum des Gehörsinnes. Der Ausgangspunkt aller übrigen Gehirnnerven liegt dann im Metacerebrum, und nur ein einziger macht darin eine Ausnahme, nämlich der Penisnerv. Es scheint derselbe nämlich nur durch das rechte Cerebralganglion hindurchzuziehen, während seine Fasern von Ganglienzellen herstammen, die längs der Cerebropedalkonnektive oder gar in den Pedalganglien selbst gelegen sind.

Durch experimentellen Eingriff hat man ferner die Abhängigkeit bestimmter Funktionen des Körpers von bestimmten Teilen des zentralen Nervensystems nachweisen können. Bei Exstirpation des linken Cerebralganglions hält die Schnecke nach erfolgter Wundverheilung den linken Tentakel beim Kriechen teilweise eingestülpt, zeigt den rechten dagegen normal entfaltet. Die Richtung beim Kriechen ist nicht gradlinig, sondern erfolgt in Spirallinien von rechts nach links hin, auch ist das Kriechen im ganzen langsamer. Bei Abtragung des rechten Cerebralganglions vollziehen sich die Kriechbewegungen umgekehrt von links nach rechts, also stets nach der verletzten Seite hin, auch wird nunmehr der rechte Tentakel eingezogen. Entfernt man beide Hälften des Cerebralganglions, so vermag das Tier keine geordneten Kriechbewegungen mehr auszuführen, Tentakel und Kiefer sind völlig gelähmt und nur die allgemeinen

Kontraktionserscheinungen des Fußes sowie die Bewegungen des Herzens und der Atemöffnung bleiben erhalten.

Eine Zerstörung der unteren Ganglienmassen des Schlundrings, also der Fuß- und Eingeweideganglien, lähmt das Tier sofort vollständig, es kann sich nicht einmal mehr in die Schale zurückziehen und erleidet sehr bald den Tod durch Verbluten. Werden alle Nervenzentren entfernt, so hört jede Willensbewegung erst recht auf; es sind nur noch Reflexbewegungen in den Geweben des Körpers zu beobachten, bis diese schließlich absterben.

Zur Technik dieser Operationen sei noch folgendes bemerkt. Man verfährt in der Weise, daß man die Schnecke durch Umbinden mit einem Faden außerhalb der Schale hält und dann durch einen kleinen Hauteinschnitt die Ganglien freilegt. Nach der Operation zieht sich die Schnecke in die Schale zurück, scheidet einen Deckel ab und verharrt in der Schale drei bis vier Wochen, nach welcher Zeit dann die Wunde geheilt und vernarbt ist. Operierte Schnecken, denen nur die eine Hälfte der Cerebralganglien exstirpiert worden war, konnten bei guter Nahrungsaufnahme bis zu 10 Monate am Leben gehalten werden.

6. Kapitel

Die Sinnesorgane

1. Tast-, Geruch-, Geschmacksinn. Unsere Weinbergschnecke reagiert in der empfindlichsten Weise auf die geringsten Bewegungen der Luft, die leisesten Erschütterungen des Bodens, auf Schwankungen der Temperatur und Feuchtigkeit, auf veränderte Beschaffenheit der Kriechunterlage. Sie zeigt somit ein hoch ausgeprägtes Tastgefühl und dieses beruht zunächst auf einer ganz allgemeinen Sensibilität der Hautoberfläche. Soweit nämlich die Haut aus der Schale vorstreckbar ist, ist sie der Sitz besonderer Sinneszellen, die als ovoide, spindelförmige oder wohl auch unregelmäßiger gestaltete Elemente im Unterhautbindegewebe gelegen sind (Fig. 19, *sz*). Sie enthalten einen großen elliptischen Kern und ziehen sich in zwei hier und da verästelte Fortsätze aus. Der nach außen gerichtete Fortsatz ist stärker und kürzer, er dringt zwischen die hohen Epithelzellen ein, welche die äußere Epidermis bilden, und endet an der freien Oberfläche mit einem sehr feinen, nur sehr schwer durch die Konservierung zu erhaltenden Borstenhaar. Der innere Fortsatz ist sehr viel feiner und zarter, er zeigt zuweilen Nodositäten und verläuft in zentripetaler Richtung. Alle inneren Fortsätze verlieren sich schließlich in einem im Unterhautbindegewebe gelegenen Nervenplexus und ziehen von hier mit den Nerven weiter bis in die nervösen Zentren hinein. So daß also damit ein direkter Zusammenhang zwischen letzteren und äußerer Hautoberfläche hergestellt ist. Die beschriebenen Hautsinnes-

zellen reagieren also in erster Linie auf Druckreize der verschiedensten Art, mögen sie nun durch die feste Bodenunterlage oder durch das gasförmige Medium der Luft übermittelt werden. Indessen ist ihre physiologische Leistungsfähigkeit keineswegs auf Berührungsreize beschränkt, wie wir weiter unten sehen werden, ist ihnen auch die Fähigkeit der Geruchs- und Geschmacksempfindung, ja sogar die Eigenschaft der Lichtempfindung zuzuschreiben.

Die allgemeine Sensibilität der Haut ist nun keineswegs an allen Stellen gleich stark ausgeprägt. Den dauernd von der Schale bedeckten

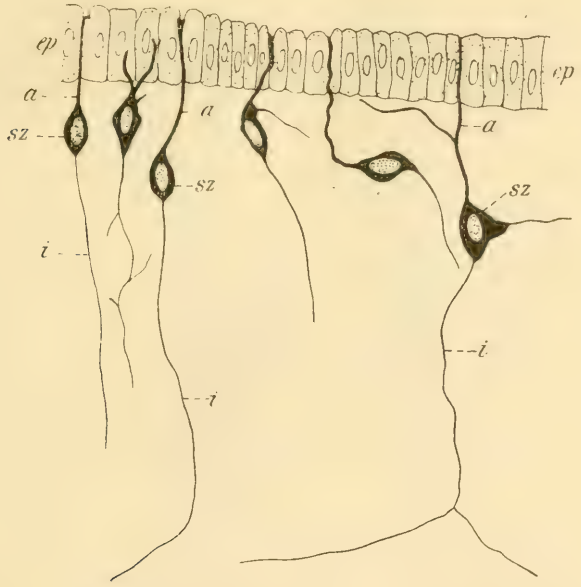


Fig. 19. Schnitt durch die Körperhaut von Helix pomatia, die verschiedenen Formen der Sinneszellen zeigend. (Nach E. Yung, 1903.) Vergr. 350fach. *a* äußerer, *i* innerer Fortsatz der Sinneszellen (*sz*), *ep* Epidermis.

Teilen fehlt sie ganz, sie ist schwächer auf der Rückenhaut als am Fuße entwickelt, sie zeigt sich besonders hochgradig ausgebildet am Fußrand und vor allem in dem vordersten Körperabschnitt. Und hier kommt es dann auch im Dienste dieser niederen Sinne zur Differenzierung besonderer Organe, der Tentakel. Insgesamt lassen sich drei Paare solcher Tentakel unterscheiden. Ein erstes Paar (Fig. 1, *t*) liegt in unmittelbarer Umgebung des Mundes und wird als Mundlappen oder Lippententakel bezeichnet. Sie können nicht ein- und ausgestülpt werden und stehen so im Gegensatz zu den beiden übrigen Paaren, welche durch die kleinen (t_{II}) und großen (t_{III}) Tentakel dargestellt werden. Dieselben

erscheinen als hohle Ausstülpungen der Haut und besitzen die Form zylindrischer, mit einem abgerundeten Knopf endender Röhren. Das vordere kleinere Paar ist durchschnittlich 5 mm lang, das hintere größere erreicht eine Länge von 20 mm und trägt auf seiner Spitze ein wohlentwickeltes Auge, daher wohl auch Ommatophor (Augenträger) genannt.

In der Darstellung der Morphologie beginnen wir am besten mit den großen Tentakeln. In ausgestülptem Zustande erscheint die äußere

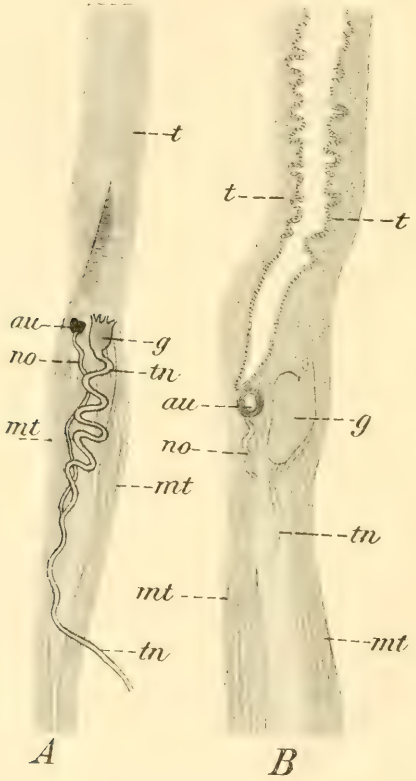


Fig. 20. A. Großer Tentakel von Helix pomatia, eingestülpt und der Länge nach aufgeschlitzt. B. Längsschnitt durch den großen Tentakel von Helix pomatia in eingestülptem Zustande. (Nach E. Yung, 1903.) *au* Auge, *g* Fühlerganglion, *mt* Retraktormuskel, *no* Augennerv, *t* eingestülpte Tentakelwand, *tn* Fühlernerv.

Haut ihres Stieles von unregelmäßigen, polygonal gestalteten Runzeln bedeckt, die an der Basis in die Runzeln der Körperhaut übergehen, nach der Spitze hin aber allmählich flacher werden, sich in Papillen auflösen und schließlich ganz schwinden. Die Spitze selbst wird dann von

dem kugeligen, völlig glatten Endknopf eingenommen, der als einzige Reliefbildung seiner mattglänzenden Oberfläche eine querverlaufende bogenförmige Furche aufweist (Fig. 21 a, *f*), in deren Mitte das Auge (*au*) gelegen ist. Die dem einen Rand beträchtlich genäherte Furche teilt den Endknopf in zwei ungleich große Hälften, von denen die größere nach unten, die kleinere nach oben gerichtet ist. Die Furche bleibt auch bei maximaler Entfaltung des Tentakels deutlich sichtbar, sie deutet zugleich die Stelle an, wo die Einrollung beim Zurückziehen des Tentakels beginnt (vgl. Fig. 21 b).

Zu äußerst ist also der Tentakel von der Epidermis umkleidet, die sich aus Zylinderzellen zusammensetzt, welche nach dem Endknopf hin immer niedriger werden, hier aber eine starke Kutikula tragen. Drüsenzellen fehlen völlig zwischen ihnen. Nach innen schließt sich dann ein Unterhautbindegewebe an, welches durch seinen besonderen Reichtum an Muskelfasern ausgezeichnet ist, und so wird eine ziemlich mächtige und feste Wandung gebildet, welche in Form eines Rohres den inneren Hohlraum des Tentakels umschließt. Letzterer ist zum größeren Teil erfüllt von dem umfangreichen Retraktormuskel, der ein losgelöstes Bündel des großen Columellarmuskels darstellt (vgl. Fig. 14, mt_{III}). Zunächst bandförmig, ordnet er bald seine Fasern zu einem hohlen Bündel an und durchzieht so in Form eines Hohlzylinders den Tentakel bis zur Spitze (Fig. 20 und 21, *mt*). In seinem ganzen Verlaufe geht er keinerlei Verwachsung mit der äußeren Tentakelwand ein, so daß äußere Tentakelröhre und innere Muskelröhre frei aneinander vorbeigleiten können, und nur an der Spitze des Tentakels verwachsen beide Röhren fest miteinander. Es findet diese Verwachsung namentlich in der Umgebung der oben erwähnten bogenförmigen Furche statt und diese Stelle ist es deshalb auch, welche bei beginnender Kontraktion des Retraktormuskels zuerst eingerollt wird.

Im Inneren des Tentakels verläuft ferner der Riechnerv (Fig. 20 und 21, *tn*). Wie wir schon sahen, entspringt derselbe aus dem Protocerebrum der Cerebralganglien; er tritt dann weiter in das Innere des Retraktormuskels ein, sondert den Augennerven (*no*) von sich ab und verläuft in stark geschlängeltem Verlaufe bis in die Nähe des Endknopfes, wo er außerhalb des Retraktormuskels zu einem mächtigen, ovoid gestalteten Ganglion (*g*) anschwillt. Dieses Fühlerganglion liegt mehr nach der unteren größeren Hälfte des Tentakelknopfes hin, es baut sich aus einem inneren Kern von Punktsubstanz sowie einem äußeren Belag kleinerer Ganglienzellen auf und gibt etwa 5 bis 6 sehr kurzen Nervenstämmen den Ursprung, die sich ihrerseits innerhalb des kissenartig angeschwollenen Endknopfes in zahlreiche feine Nervenfasern auflösen. Letztere stehen dann mit Hautsinneszellen der oben beschriebenen Art in Verbindung. — Zu erwähnen wäre endlich noch ein besonderes Tentakelgefäß, welches gleichfalls im Inneren des Retraktormuskels verläuft, sich nach vorn hin verzweigt und schließlich in Lakunenräumen endet.

In eingestülptem Zustande liegen die großen Tentakel zusammen mit den kleinen als dunkel pigmentierte Schläuche im Inneren der Leibeshöhle zu beiden Seiten der Mundmasse (vgl. Fig. 14, t_{II}, t_{III}), die rechten durch die umfangreichen Kopulationsorgane etwas aus ihrer Lage verschoben. Im tiefsten Grunde der eingestülpten Röhren, die am Vorderende des Körpers sich nach außen öffnen, finden sich dann, wie Fig. 20 zeigt, Auge und Fühlerganglion, hier inserieren ferner die Fasern des Retraktormuskels. Bei der Ausstülpung wird der ganze Hohlschlauch nach außen umgerollt, die innere Auskleidung desselben wird zur äußeren Epidermis des vorgestreckten Tentakelstieles, die im Grunde

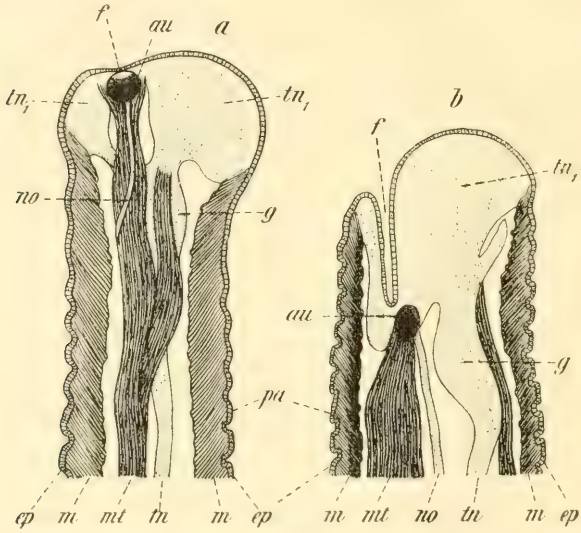


Fig. 21. Längsschnitte durch den großen Tentakel von Helix pomatia, a) in völlig ausgestülptem Zustande, b) etwa ein Drittel eingerollt. (Nach W. Flemming, 1872.) *au* Auge, *ep* Epidermis, *f* bogenförmige Furche des Tentakelknopfes, *g* Fühlerganglion, *m* muskulöse Tentakelwandung, *mt* Retraktormuskel, *no* Augennerv, *pa* Hautpapillen, *tn* Fühlernerv, tn_1 dessen Endausbreitungen.

gelegenen Organe werden nach vorn gezogen und kommen nun an die Spitze zu liegen. Die Mechanik des Ausstülpungsvorgangs mag zum Teil auf einem auf den vorderen Körperabschnitt konzentrierten erhöhten Blutdruck beruhen, zum Teil muß dafür aber auch eine energische Tätigkeit der starken Muskulatur der Tentakel- und Kopfwandung angenommen werden, da nach Abtrennung des vorderen Körperabschnittes vom Rumpfe die Tentakel trotzdem noch ein- und ausgerollt werden können, also unter Umständen, wo ein Druck der Blutflüssigkeit überhaupt nicht mehr wirksam sein kann. Ist der Tentakel erst völlig ausgestreckt, so wird dann

freilich wohl in erster Linie der Druck des in ihm angestauten Blutes seine Turgeszenz erhalten. — Für den Einstülpungsvorgang ist sicherlich in erster Linie die Wirksamkeit des Retraktormuskels heranzuziehen. Entsprechend der bereits geschilderten Insertionsweise des Muskels muß von der einwärtsrollenden Bewegung zunächst die bogenförmige Furche, auf welcher das Auge liegt, ergriffen werden, wie ja auch Fig. 21 b deutlich zeigt; die übrigen Teile folgen dann nach. Die gesamten Zustandsänderungen des Tentakels lassen sich also durchaus mit der Ein- und Ausstülpung eines Handschuhfingers vergleichen. Bei diesen Bewegungen erleiden die Nerven und Gefäße des Tentakels sehr bedeutende Lageverschiebungen, sie sind denselben insofern angepaßt, als die Arterie sich entsprechend zu verlängern und zu verkürzen vermag, der Tentakelnerv dagegen zahlreiche Windungen aufweist (vgl. Fig. 20 A), die eine bedeutende Streckung zulassen.

Der Aufbau der kleinen Tentakel entspricht in allen wesentlichen Punkten durchaus dem der großen Fühler, nur fehlt das Auge und der Augennerv. Der etwas schwächer ausgebildete Retraktormuskel leitet sich ebenfalls von dem Columellarmuskel ab (Fig. 14, mt_{II}), der Nerv stellt einen Ast des mittleren Lippennerven dar, das Ganglion ist kleiner, im übrigen aber von dem gleichen Bau wie der geschilderte.

Außerordentlich viel einfacher gestaltet sind die Lippententakel. Sie sind nicht hohl und also auch nicht ein- und ausstülpbar, besitzen aber ein eigenes, ebenfalls von einem Ast des mittleren Lippennerven versorgtes Ganglion und enthalten zahlreiche Sinneszellen. Überzogen sind sie von einem hohen, mit einer starken Kutikula versehenen Epithel.

Die physiologische Funktion aller dieser besonderen Organe des Schneckenkörpers besteht also nun zunächst in einem hochausgeprägten Tastsinn, wie er besonders beim Vorwärtskriechen der Schnecke in Aktion tritt. Die Lippententakel bleiben in steter Berührung mit der Unterlage des gewählten Weges; allen Objekten, denen die kriechende Schnecke begegnet, legen sie sich fest an, verweilen bei ihnen oder heben sich bei nicht genehmer Sinnesempfindung mit dem ganzen vorderen Körperteil weit von ihnen ab. Die beiden übrigen Tentakelpaare werden während des Kriechens in schräg nach vorn geneigter Haltung ausgestülpt getragen, und unablässig sieht man sie in lebhafter Tätigkeit, bald nach dieser, bald nach jener Richtung ausweichend, bald rechts, bald links sich einrollend und wieder ausstülpend. Es sind besonders die kleinen Tentakel, welche, näher dem Boden gehalten, denselben unablässig in kurzen Intervallen prüfend berühren, wogegen die großen Tentakel bei langsamem Kriechen nicht an Hindernisse anstoßen, sondern vor ihnen in 1—2 mm Abstand halt machen und ausweichen. Es ist eben dann der Gesichtssinn in Tätigkeit getreten.

Weiter kommt aber nun den Tentakeln wie auch der ganzen mit Sinneszellen ausgestatteten Körperhaut die Fähigkeit der Geruchswahrnehmung zu. Daß die Tentakel einen Gegenstand, etwa einen mit Wasser

getränkten Pinsel, auf kurze Entfernung auch ohne Berührung wahrnehmen und ihm ausweichen, spricht schon für eine Art Geruchsinn, zumal die Reaktion auch dann eintritt, wenn die Möglichkeit der Schwahrnehmung völlig ausgeschlossen ist. Deutlicher werden aber die Reaktionen, wenn man mit Objekten experimentiert, die auch für uns wahrnehmbare Gerüche ausströmen. Auf einen mit Kamillenextrakt befeuchteten Pinsel reagieren die eigentlichen Fühler schon auf 3—4 mm Entfernung mit Ausweichen oder Einrollen, die Lippententakel nehmen den Geruch der Kamillen in 3 mm Entfernung wahr, der Fußrand zieht sich bei der Annäherung des Pinsels auf 2 mm zu einer tiefen Grube ein, die gleiche Art der Reaktion zeigt die Rückenhaut bei 1 mm Entfernung des Pinsels. Im einzelnen ist die Wirkung der Riechstoffe eine sehr verschieden heftige. Neutrale Substanzen, wie beispielsweise Kamillen, sind weniger wirksam als saure oder alkalische Stoffe. Auffallend gering, kaum bemerkbar, ist die Reaktion auf Parfümerien der verschiedensten Art. Eine Tabelle mag uns das Verhalten der Weinbergschnecke gegenüber einer Anzahl von Riechstoffen veranschaulichen, so wie es durch sorgfältige Experimente ermittelt worden ist.

Es reagieren auf:	Wasser	Kamillen-extrakt	Kampfer	Petroleum	Benzin	Chloroform	Ammoniak
in Entfernungen von	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
die großen Tentakel . . .	1	3—4	5—6	5—6	8—10	10—15	20—30
die kleinen Tentakel . . .	1	3	5	4	8—10	8—10	10—20
der Fußrand	0	2	2	3—4	5	5—6	6—7
die Rückenhaut	0	1	1—2	3	3	—	5

Über ein Maximum von etwa 4 cm Entfernung hinaus vermochte kein künstlicher Riechstoff, auch nicht der intensivste, mehr irgendeine Reaktion auszulösen; auch kann die Reaktion durch mehrmalige Wiederholung des Experiments sehr schnell abgestumpft werden.

Bei diesem verhältnismäßig doch recht geringen Geruchsvermögen bedarf die Frage noch einer besonderen Behandlung, auf welche Weise die Schnecken wohl ihre Nahrung finden. Dieselbe besteht ja im wesentlichen aus Pflanzen und zumeist werden die Schnecken wohl zufällig auf ihrem Wege denselben begegnen. Wie weit ihr Geruchssinn ihnen dabei zu Hilfe kommt, das hat man wiederum durch besondere Experimente zu eruieren versucht (vgl. zum folgenden Fig. 22). Auf feuchter Unterlage wurden an die Peripherie eines Kreises von 80 cm Durchmesser 12 Schnecken, die eine Woche lang gehungert hatten, gesetzt, und zwar so, daß sie mit ihren Köpfen gegen das Zentrum hin gerichtet waren,

wo sich ein Kohlblatt (*a*) befand (Fig. 22 A). Das Resultat war, daß nach einer Stunde, während welcher die Schnecken sich selbst überlassen waren und in den verschiedensten Richtungen umherkrochen, keine einzige das Kohlblatt gefunden hatte, obwohl ihr Weg sie zum Teil nahe an dem Kohlblatt vorbeiführte (Fig. 22 B). Auch in der Folgezeit fand keine einzige die dargebotene Nahrung. Da das Kohlblatt selbst 20 cm groß war, der Durchmesser des Kreises ferner 80 cm maß, so betrug die von den Schnecken zurückzulegende Entfernung 30 cm, und diese erwies sich also zum Aufspüren der Nahrung als zu bedeutend.

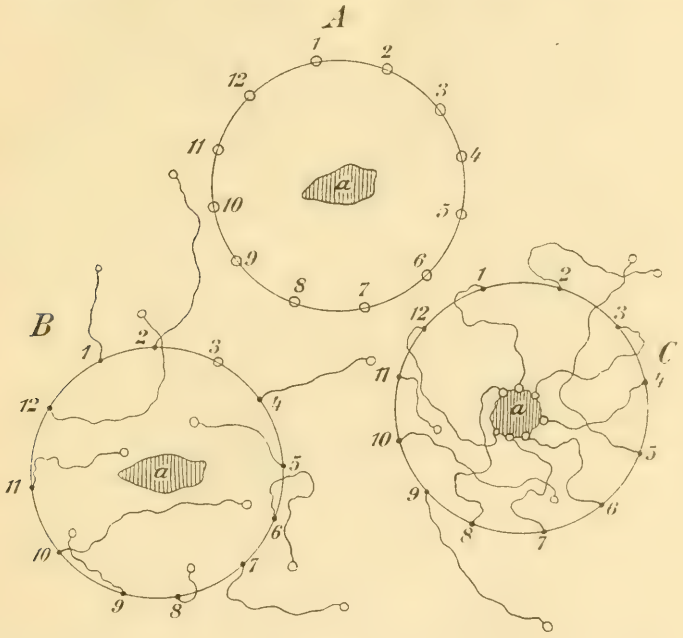


Fig. 22. Anordnung einiger Experimente zur Prüfung des Witterungsvermögens der Weinbergschnecke. (Nach E. Yung, 1903.)

Es bedurfte einer beträchtlichen Verengerung des Kreises, einer Reduktion der Entfernung auf 6—10 cm, um einigermaßen günstige positive Ergebnisse sowohl mit Kohl wie auch mit anderen Nahrungspflanzen zu erzielen. Eine stärkere Reaktion vermochte allein die Melone hervorzurufen (vgl. Fig. 22 C). Als man die Schnecken auf einen Kreis von 1 m Durchmesser setzte, in dessen Zentrum ein Melonenstück (*a*) von 15 cm Größe gelegt war, so hatten nach einer Stunde nicht weniger als sieben von zwölf Schnecken die Melone gefunden und begannen sofort mit dem Fressen. Später trafen dann noch zwei weitere das Ziel. Die

Futterquelle war also in diesem Falle auf eine Entfernung von etwa 42 cm gewittert worden.

Werden beide Paare von Tentakeln oder nur die größeren entfernt, so erscheinen die allgemeinen Geruchsreaktionen wohl etwas abgeschwächt, bleiben aber im wesentlichen erhalten, wie ja unsere früheren Ausführungen über die allgemeine Verbreitung dieses Sinnes über die ganze Hautoberfläche leicht verständlich machen.

Über den Geschmacksinn ist nur noch wenig im besonderen hinzuzufügen, da er vielfach von dem Geruchsinn kaum zu trennen sein wird. Am feinsten ist er wohl in der Nachbarschaft der Lippen ausgebildet und hier dient ihm vielleicht im speziellen ein Kreis kleiner Papillen, die nach innen von den Lippententakeln gelegen sind und schon dem Mundeingang angehören. Nach Form, Größe und histologischen Bau entsprechen sie den Runzeln der Körperhaut; als solche sind sie wohl auch anzusprechen, nur sind sie eben in den Anfangsteil der Mundhöhle verlagert worden und haben hier ihr Pigment eingebüßt, welches die Körperrunzeln im übrigen auszeichnet. Sie sind nicht zu verwechseln mit dem sog. Semperschen Organ, welches weiter nach innen gelegen ist und kein Sinnesorgan, sondern eine pharyngeale Speicheldrüse darstellt.

II. Gesichtssinn. Im allgemeinen liebt unsere Weinbergschnecke mehr die Helligkeit als Dunkelheit, und wenn sie um die Mitte des Tages meist versteckt ist, so ist dies wohl mehr der Hitze und Trockenheit als zu starkem Licht zuzuschreiben. Es tritt dies im besonderen in ihrer hohen Empfindlichkeit gegen Verdunkelung hervor. Wird eine längere Zeit dem Lichte ausgesetzte Schnecke plötzlich von einem Schatten getroffen, so zieht sie sich mehr oder weniger heftig zusammen, zuweilen bis tief in die Schale hinein. Diese Empfindlichkeit gegen Helligkeitsdifferenzen ist keineswegs an die eigentlichen, auf der Spitze der Tentakeln gelegenen Sehorgane gebunden, sie stellt vielmehr eine Eigenschaft der gesamten äußeren Hautoberfläche dar. Werden nämlich die Augenfühler abgeschnitten, so erfolgt die eben beschriebene Reaktion trotzdem in der gleichen Weise; sie bleibt aus erst nach mehrmaliger Wiederholung des Experiments, kehrt dann aber nach mehrstündiger Pause in von neuem erhöhter Empfänglichkeit zurück. Dieser auf Schwankungen der Lichtintensität, und zwar im besonderen von helleren zu dunkleren Lichtgraden hin, empfindliche Hautsinn kann seine Träger nur in den bereits beschriebenen Sinneszellen der Haut haben, welche somit die allerverschiedensten Zustandsänderungen der äußeren Umgebung wahrzunehmen und dem Körper zu übermitteln vermögen.

Daneben besitzen unsere Schnecken nun noch ein besonderes spezifisches Sehorgan in den auf der Spitze der Tentakel gelegenen Augen. Deren Sehvermögen ist freilich ein recht beschränktes. Trotz ihrer freien Lage auf der Spitze der beim Kriechen weit ausgestreckten Fühler vermögen sie im Wege liegende Hindernisse nur auf sehr nahe Entfernungen wahrzunehmen, selbst umfangreiche Gegenstände erst in der Entfernung

von etwa 1 cm. Ein genaueres Sehen ist erst auf 1—2 mm Entfernung möglich, erst dann scheinen sie zur Perzeption eines Formbegriffs fähig zu sein. Kaum ausgeprägt ist eine Reaktion auf Bewegungen von Fremdkörpern, einen in ihrer Kriechrichtung hin und her bewegten Gegenstand ignorieren sie stets völlig. Es ist eben in erster Linie der Tast- und Geruchssinn, der die Beziehungen der Schnecken zur Außenwelt vermittelt.

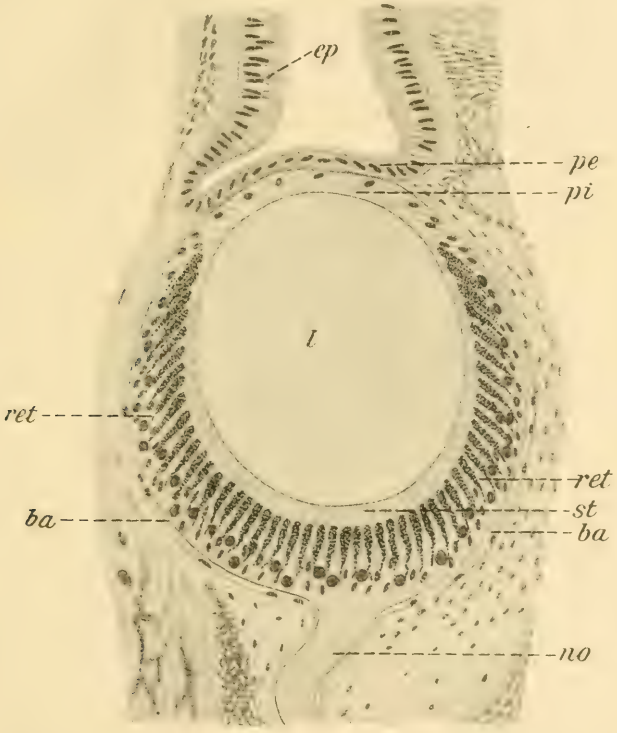


Fig. 23. Längsschnitt durch das Auge von Helix pomatia. (Nach H. Simroth, 1876, und R. Bäcker, 1903.) *ba* bindegewebige Basalschicht. *ep* Fühlerepithel. *l* Linse. *no* Augennerv. *pe* Pellucida externa, *pi* Pellucida interna. *ret* Retina. *st* Stäbchenschicht.

Wir werden nun dieses Auge etwas näher betrachten müssen. Dasselbe liegt als ein kleiner schwarzer Punkt auf dem Endknopfe des großen Tentakels, in der Mitte der oben beschriebenen bogenförmigen Furche (vgl. S. 37). Mit der Spitze des Tentakels kann es tief in das Innere des Körpers eingezogen werden. In seiner Gesamtheit (vgl. zum folgenden Fig. 23) stellt das Auge eine kugelige geschlossene Blase dar, welche dicht dem Epithel des Tentakelendknopfes von der Innenseite her an-

liegt. Dieses Epithel zeigt an dieser Stelle insofern eine Besonderheit, als ihm Drüsen- und Sinneszellen völlig fehlen, als ferner seine abgeplatteten Elemente eine durchsichtige Beschaffenheit angenommen haben und so die sog. Pellucida externa (*pe*) bilden. Darunter liegt eine sehr zarte bindegewebige Cutisschicht und dann folgt erst die Augenblase. Letztere wird umschlossen von einer bindegewebigen Basalschicht (*ba*), die aus zirkulär verlaufenden Fasern besteht und sich auf den Sehnerven fortsetzt. Die Augenblase selbst weist in ihrer Wandung zwei Hauptabschnitte auf, einen vorderen pigmentlosen Teil, die Pellucida interna, und einen sehr viel größeren hinteren, pigmentierten Abschnitt, die Retina.

Die Pellucida interna (*pi*) wird von hellen, zylindrischen oder kubischen Zellen gebildet, deren kleine Kerne der basalen Wand angelagert sind. Sie ist völlig durchsichtig, pigmentlos, und ermöglicht den Lichtstrahlen zusammen mit der ebenfalls durchsichtigen Pellucida externa den Eintritt in die Augenkammer.

Den weitaus größten Teil der Augenblase nimmt die Retina (*ret*) ein, durch ihre dunkle Pigmentierung scharf von der Pellucida interna abgegrenzt. Sie besteht gleichfalls aus einer durchaus einschichtigen Epithellage, deren Zellen sämtlich die ganze Dicke der Retinawand durchziehen und vom innersten Pol der Blase nach dem äußeren hin stetig an Größe abnehmen. Sie zerfallen in zwei scharf zu scheidende Elemente, in die Pigmentzellen und in die unpigmentierten Sehzellen. Die letzteren, die pigmentlosen Zellen, sind die eigentlichen, lichtempfindlichen Sinneszellen (Fig. 24, *sz*). Sie erscheinen nach der Basalschicht hin verbreitert und enthalten hier einen großen rundlichen Kern, nach dem Augeninneren hin dagegen schnüren sie sich zwischen den Pigmentzellen stark ein, werden oft fadendünn und erweitern sich erst wieder an ihrem innersten Ende zu einem verkehrt kegelförmigen Abschnitt, der sich über die Oberfläche der Retina leicht vorwölbt. An beiden Enden sind nun noch besondere Differenzierungen bemerkenswert. Basalwärts läuft jede Sehzelle in mehrere Fortsätze aus, welche nach der Ansatzstelle des Sehnerven konvergieren und unmittelbar in die Fasern desselben sich fortsetzen. Das entgegengesetzte, nach dem Augeninneren hin gerichtete Ende trägt dagegen einen Saum fächerförmig angeordneter feinster Fäserchen, einen Stiftchensaum, der in seiner Gesamtheit als eine Art von Sehstäbchen (Fig. 23 und 24, *st*) aufzufassen ist. Die einzelnen Fasern dieser Sehstäbchen sind die eigentlichen lichtperzipierenden Elemente, sie sind die unmittelbaren Endausläufer feiner Nervenfibrillen, welche aus dem Sehnerv in die basalen Sehzellenfortsätze übergehen, von hier in die Sehzellen selbst eintreten und dieselben ihrer ganzen Länge nach als feinste Fibrillen durchziehen, bis sie dann schließlich in der beschriebenen Weise ihr Ende finden.

Die Pigmentzellen (Fig. 24, *pz*) erscheinen zumeist nach der Basalschicht hin verschmälert, nach dem Augeninneren hin dagegen etwas verbreitert. Und in diesem ganzen inneren Abschnitt ist die Zelle völlig von einem

gelb- bis dunkelbraunen körnigen Pigment erfüllt, während der basale Abschnitt pigmentfrei ist und den ovalen Kern enthält. Nahe der Basalschicht treten ebenfalls wurzelartige Endfasern auf, aber dieselben finden stets an der Basalschicht ihr unmittelbares Ende, treten nie mit dem Sehnerven in irgendwelche Beziehungen. Sie sind also keine Sinneszellen. Ihre Aufgabe besteht vielmehr einmal darin, durch das in ihrer einen Hälfte angehäufte Pigment die Lichtstrahlen abzufangen, welche von anderen Richtungen her als durch die runde durchsichtige Scheibe der Pellucida zu den lichtperzipierenden Elementen der Retinaoberfläche einfallen; und zweitens stellen sie Stützelemente der Sinneszellen dar, wozu sie durch derbe Fasern ihres inneren Zelleibes besonders befähigt sind.

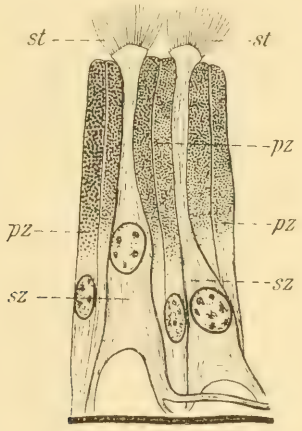


Fig. 24. Teil eines Schnittes durch die Retina von Helix pomatia, bei stärkerer Vergrößerung. (Nach R. Hesse, 1902.) *pz* Pigmentzellen, *sz* Sinneszellen, *st* Stiftchensaum.

Der ganze Binnenraum der Augenblase wird endlich erfüllt von einem linsenartigen Gebilde (Fig. 23, *l*). Es besteht diese Linse aus einer völlig strukturlosen, stark lichtbrechenden Masse, welche ungefähre Kugelform besitzt und einer sekretorischen Tätigkeit der Pigmentzellen und der Elemente der Pellucida interna ihre Entstehung verdankt. Nach einigen Beobachtungen soll die Linse durch eine dünne Glaskörperschicht von der Lage der Sehstäbchen getrennt sein.

Am inneren Pol tritt der aus dem Protocerebron entspringende und eine Strecke weit mit dem Tentakelnerv zusammen verlaufende Augennerv (*no*) ohne Bildung eines besonderen Ganglions an die Augenblase heran. Seine äußere Scheide geht unmittelbar in die Basalschicht der Augenblase über.

Mit dem Verlust eines Fühlers verloren gegangene Augen können neugebildet werden, und zwar entstehen sie an der ebenfalls neugebildeten

Fühlerspitze aus einem vom äußeren Epithel sich abschnürenden Bläschen. Erwähnt sei in diesem Zusammenhange ferner noch eine eigenartige Mißbildung, wie sie an einem Exemplar der Helix ericetorum beobachtet wurde. Hier fand sich nämlich am linken Augenfühler neben dem normalen Auge auf der Außenseite des Fühlers noch ein zweites überzähliges Auge vor. Beide waren durchaus normal entwickelt und besaßen je ihren besonderen, zugehörigen Nerven. Ähnliche Mißbildungen wurden bei Regenerationsversuchen, die an Helix arbustorum angestellt wurden, künstlich erzeugt.

III. Gehörsinn (Statischer Sinn). Ein Gehörsinn ist bei der Weinbergschnecke nur sehr schwach entwickelt; gegenüber den meisten

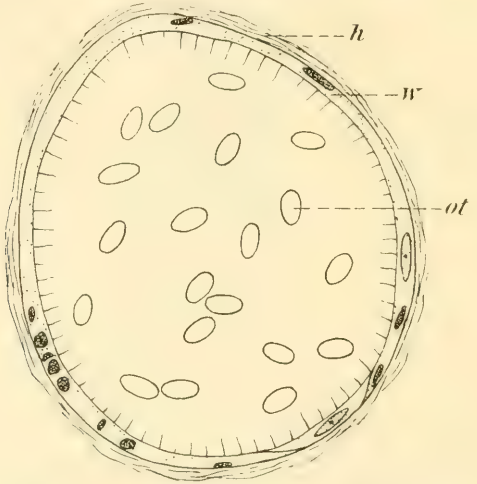


Fig. 25. Schnitt durch die Statocyste der Weinbergschnecke. (Nach W. Schmidt, 1912.) *h* äußere Hülle, *ot* Otolithen, *w* Sinnesepithel.

Tönen bleibt die Schnecke völlig indifferent und nur für sehr tiefe und für sehr hohe, gellende Töne scheint sie eine gewisse Empfindung zu besitzen. Es ist deshalb sehr wahrscheinlich, daß das tief in das Innere des Körpers eingesenkte sogenannte Gehörorgan, die Otocyste, weniger dem Gehörsinn dient als vielmehr ein statisches Organ darstellt, welches dem Tier die Gleichgewichtslage im Raume und bei der Bewegung anzeigt. Mit mehr Recht pflegt man das Organ deshalb jetzt gewöhnlich als Statocyste zu bezeichnen.

Es liegt die Statocyste im Bereich der unterhalb des Schlundes angeordneten Ganglienmasse, in dem Raume zwischen Pedal- und Eingeweideganglien, ersteren dicht angefügt (vgl. Fig. 16, *ot*). Sie stellt ein einfaches kugeliges Bläschen (Fig. 25) dar, dessen Wandung aus einer äußeren bindegewebigen Hülle (*h*) von wechselnder Stärke und aus dem

eigentlichen Sinnesepithel (*w*) besteht. Letzteres läßt drei verschiedene Zellformen unterscheiden: einmal große mit pseudopodienartigen Fortsätzen versehene Zellen, die große linsenförmige Kerne aufweisen, zweitens kleinere Elemente, die jene große Zellen synzytienartig umschließen und drittens eigenartige blasige Zellen, die einen großen Teil der Bläschenwand einnehmen. Die ganze Innenfläche der Statozyste ist von feinen Wimperhärchen ausgekleidet. Ferner enthält der von Flüssigkeit erfüllte Binnenraum zahlreiche Gehörsteinchen (Otolithen oder vielleicht besser Statolithen), die eine ovale bis rundliche Gestalt besitzen und eine konzentrische Schichtung erkennen lassen.

An einer Stelle des Bläschens dringt der Nerv ein, sein Ursprung liegt, wie oben (S. 31) auseinander gesetzt, im Cerebralganglion.

7. Kapitel

Die Ernährungsorgane

Unsere Weinbergschnecke nährt sich im wesentlichen von Pflanzenstoffen. Alle Arten von Kulturgewächsen, wie Salat, Kohl, Karotten, Kürbisse, Melonen, Kartoffeln sind ihr willkommen, wobei sie als Feinschmecker die Pflanzen mit süß schmeckenden Stoffen sowie die zarten Triebe junger Pflanzen besonders bevorzugt. Auch im Freien geht sie fast ausschließlich lebende Pflanzen an, wie die Schafgarbe (Achillaea millefolium), Labkraut (Galium aparine), Brennesseln (Urtica dioica und besonders den Kälberkropf (Chaerophyllum temulum); daneben benagt sie wohl auch Früchte, Baumrinde, faulende Pflanzenstoffe und ähnliches, das sich ihr gelegentlich auf ihrem Wege darbietet. Und wenn Schnecken sehr hungrig sind, so gehen sie wohl auch an Fleisch.

Diese Nahrungsstoffe müssen durch den Körper von außen aufgenommen, mechanisch und chemisch verarbeitet werden, damit sie zur Resorption und zur Überführung in den Säftekreislauf geeignet werden. Alles dies besorgt ein besonderes Organsystem, der Darmkanal, welcher im wesentlichen ein kontinuierliches, den ganzen Körper durchziehendes Rohr darstellt, durch welches die Nahrung hindurchgleitet und dabei die als Verdauung bezeichnete Verarbeitung erfährt. Nach den verschiedenen dem Darmtraktus obliegenden Aufgaben können wir ihn in eine Anzahl nach ihrem morphologischen Aufbau wie nach ihrer physiologischen Funktion durchaus verschiedenartige Abschnitte zerlegen, in einen vorderen, dem im wesentlichen die mechanische Aufnahme und Zerkleinerung der aufgenommenen Nährstoffe zufällt, in einen mittleren Abschnitt, der die chemische Verdauung und Resorption der brauchbaren gelösten Stoffe vornimmt, und endlich in einen Endabschnitt, der die Ausstoßung der unbrauchbaren Abfallstoffe, ihre Entfernung aus dem Körper als Kot besorgt.

Es dient also der vorderste Abschnitt des Darmes zur **Aufnahme und**

mechanischen Zerkleinerung der Nahrung. Die Aufnahme erfolgt zunächst durch den am vorderen Körperende gelegenen Mund. Derselbe stellt einen zwischen einer oberen und unteren Lippe gelegenen Querspalt dar, welcher seitlich von den Lippententakeln begrenzt wird. Bereits innerhalb des Mundeingangs liegt ein Kranz kleiner Tast- oder Geschmackspapillen, die sich von den normalen Hautrunzeln nur durch ihre Pigmentlosigkeit unterscheiden (vgl. oben S. 42). Unmittelbar nach innen davon schließen sich dann die Organe zum Zerkleinern der Nahrungsstoffe an, zunächst der Oberkiefer. Derselbe stellt eine leicht halbmondförmig gekrümmte, bräunlich gefärbte Platte dar, welche auf ihrer Oberfläche sechs bis sieben quer verlaufende, über den konkaven Rand zahnartig vorspringende Leisten trägt (Fig. 26). Seiner Lage nach ist er dem Dach des Mundeingangs in querer Stellung eingefügt und zeigt sich daselbst mit der auskleidenden Kutikula der Mundhöhle fest verwachsen (Fig. 27, *ok*). Er

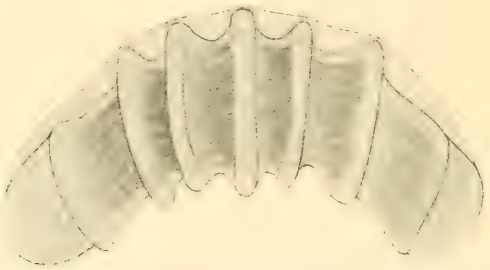


Fig. 26. Oberkiefer von Helix pomatia. Vergr. etwa 20fach.

stellt eben nichts anderes dar als eine besonders massige Differenzierung eben dieser Kutikula, und seine Entstehung aus nacheinander abgelagerten Schichten läßt sich noch deutlich an der konzentrischen Streifung seiner Oberfläche erkennen. Aufgebaut ist er dementsprechend aus einer chitin- oder hornartigen Substanz, in die freilich zur Verstärkung des Werkzeugs noch Kalksalze eingelagert sind. Eine Eigenmuskulatur besitzt der Oberkiefer nicht, doch liegen in seiner unmittelbaren Nachbarschaft die Muskeln des Mundhöhlendaches, welche im Bereiche des Oberkiefers eine beträchtliche Verdickung erfahren und eine trapezartige Masse bilden, die nach hinten allmählich ausläuft und nach vorn feinen, in der Haut der Lippen sich verlierenden Muskelbündeln als Ansatzpunkt dient (Fig. 27, *mu*). Die Bewegungen des Oberkiefers erfolgen also gleichzeitig mit den Auf- und Abwärtsbewegungen der Oberlippe, er tritt dann in Tätigkeit als ein scharfes Instrument, welches halbkreisförmige Stücke aus dem angegriffenen Pflanzenblatt herausschneidet.

Etwas weiter nach innen vordringend treffen wir auf ein mächtiges, eiförmiges oder oblonges Gebilde, welches man als Mundmasse zu bezeichnen pflegt (Fig. 27, 34). Diese Mundmasse oder Buccalmasse verdankt ihre Entstehung einzig und allein einer besonderen Differenzierung

des Bodens und der Seitenteile der Mundhöhle, während das Dach gleichmäßig gewölbt ohne Unterbrechung in die Wand der Speiseröhre sich fortsetzt (vgl. Fig. 27). Die erwähnten Differenzierungen hängen zusammen mit der Ausbildung eines zweiten Kauorgans, welches eines der charakteristischsten Organe aller Schnecken darstellt, nämlich der Radula. Wir wollen zunächst diese etwas näher kennen lernen. Sie stellt eine aus chitin- oder konchinartiger Substanz bestehende dünne, durchsichtige Membran von leicht gelblicher Farbe dar, die als eine gekrümmte, etwa 10 mm lange und 5 mm breite Platte besonderen Erhebungen des Bodens der Mundhöhle dicht aufliegt. Der Oberfläche dieser Membran (Basalmembran)

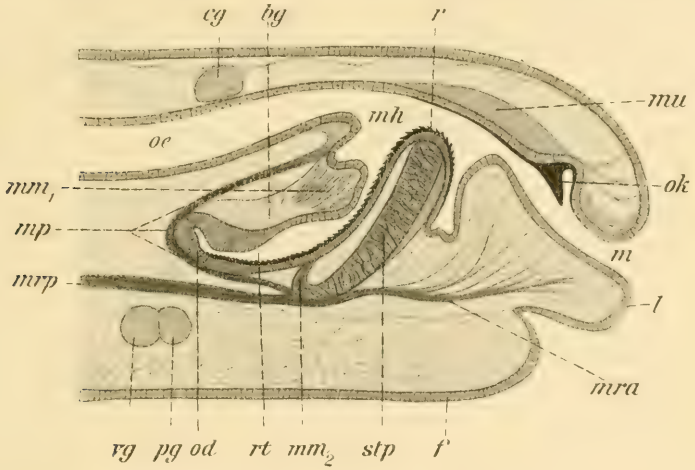


Fig. 27. Medianer Längsschnitt durch den Kopf einer jungen Helix. (Nach Loisel, 1893.) *bg* Bindegewebe. *cg* Gehirnganglion. *f* Fußsohle. *l* Lippe. *m* Mundeingang, *mh* Mundhöhle, $mm_{1,2}$ mediane Vereinigungspunkte der beiderseitigen mittleren Radulamuskeln. *mp* Papillarmembran, *mra* vorderer Radulamuskel. *mrp* hinterer Radulamuskel. *mu* Muskelplatte am Dach der Mundhöhle. *od* Odontoblasten. *oe* Speiseröhre. *ok* Oberkiefer. *pg* Pedalganglion, *r* Radula, *rt* Radulatasche. *stp* Stützplatten der Radula, *vg* Visceralganglion.

sitzen, innig mit ihr verbunden, Zähnchen mit nach hinten gerichteten Spitzen in regelmäßigen Längs- und Querreihen auf. Jedes Zähnchen (vgl. hierzu Fig. 28) besteht aus einer Fuß- oder Basalplatte und aus den auf derselben sich erhebenden eigentlichen Zahnfortsätzen (Zahnzacken oder Dentikeln). Ihrer Form nach zeigen sie mancherlei Differenzierungen im einzelnen. So ordnen sie sich zunächst symmetrisch zu beiden Seiten einer Mittelreihe (*mz*) an, deren kleinere Zähne völlig symmetrisch gebaut sind, insofern der Fußplatte ein großer Hauptzacken oder Dentikel sowie zwei kleine Seitendentikel aufsitzen. Zu beiden Seiten dieser Mittelreihe zeigen die Zähnchen zunächst ihre bedeutendste Größe (sz_1, sz_2),

nehmen aber dann nach außen hin (sz_3) wieder sehr beträchtlich ab. Nach dem Außenrande hin macht sich ferner eine sehr schnell an Stärke zunehmende Asymmetrie bemerkbar; gering ist dieselbe noch in unmittelbarer Nachbarschaft der Mittelreihe (sz_1), sehr bedeutend schon in einiger Entfernung (sz_2). Es besteht diese Asymmetrie darin, daß von den zu beiden Seiten des Hauptzackens gelegenen Seitendentikeln der innere zurücktritt und schließlich ganz schwindet, der am Außenrande gelegene dagegen eine mächtige Ausbildung erfährt, wie es dann im Extrem an den äußersten Randzähnen (sz_3) hervortritt. Auch in der Ausbildung der Fußplatte zeigen sich Verschiedenheiten. Bei den Zähnen der Mittelreihe ist sie völlig symmetrisch gebaut, bei den Seitenzähnen besitzt sie eine schräg nach außen verschobene, fast rhombische Form, und nahe dem Außenrande tritt sie ganz zurück, so daß die sonst (sz_2) durch die Fuß-

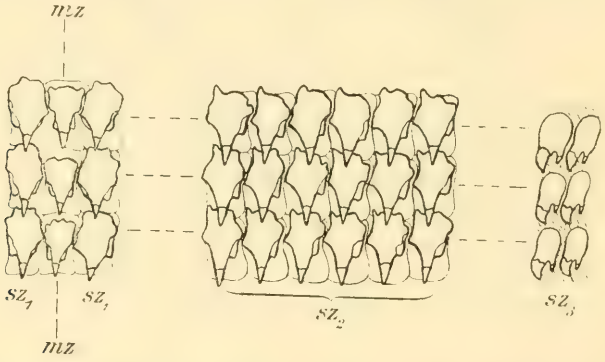


Fig. 28. Einzelne Zahnkomplexe aus der Radula von Helix pomatia. (Von oben gesehen. Zähne nach hinten gerichtet.) Vergr. 150fach. *mz* Zähne der Mittelreihe, *sz* Zähne der Seitenreihen, von innen (sz_1) über die Mitte (sz_2) nach dem Außenrande hin (sz_3) angeordnet.

platten fest aneinander geschlossenen Zähne hier (sz_3) locker der Radulamembran eingefügt sind. Die Zahl der Zähnchen einer ganzen Radulaplatte ist eine sehr große. Es sind nicht weniger als 140—150 Längsreihen und etwa 170 Querreihen zu zählen, was eine Gesamtzahl von 20000—25000 Zähnchen ergibt.

Diese Radulamembran liegt nun zunächst dem Epithel des Bodens der Mundhöhle dicht auf, wird aber weiter getragen von einem mächtigen Stützapparat, bestehend aus einer in natürlicher Lage schräg von hinten unten nach vorn oben gerichteten Platte (Fig. 27, *stp*). Nur das vordere Drittel dieser Platte ragt zungenartig frei in die Mundhöhle vor, der Rest steckt in der Muskulatur verborgen. Zwei getrennte Stücke, die symmetrisch zur Mittellinie liegen und gemeinsam ein nach oben gekrümmtes Dreieck bilden, setzen sie zusammen. Nach Aussehen und Konsistenz ähneln diese Stützplatten typischem Knorpelgewebe, weshalb man sie

früher wohl auch als Zungenknorpel bezeichnet hat, in Wirklichkeit haben sie nichts mit solchem gemein. Zu äußerst sind sie umschlossen von einer fibrillären Hüllmembran, die am vorderen Ende am stärksten entwickelt ist. Im Inneren bilden die Grundlage des Gewebes zunächst Bündel von Muskelfasern, die zwischen der vorderen und hinteren Wand der Stützplatten ausgespannt sind, also senkrecht auf der Längsachse derselben stehen. Die Muskelbündel sind von verschiedener Dicke, sie verlaufen im allgemeinen einander parallel, können aber auch vielfach anastomosieren. Die von den Muskelfasern freigelassenen Zwischenräume sind von einem zweiten wichtigen Gewebsbestandteil der Stützplatten erfüllt, nämlich von großen Blasenzellen, die in streifenartigen oder spindelförmigen Massen angeordnet sind und unregelmäßig gestaltete, dicht einander angelagerte Polygone darstellen. In ihrem Inneren enthalten sie neben Protoplasma und einem kugeligen Kern eine klare wäßrige Flüssigkeit. Hervorgegangen sind sie aus umgewandelten Bindegewebszellen, und als solche bilden sie mit ihren durch Zellsaft prall gefüllten, dicht aneinander angepreßten Zellkörpern ein Stützgewebe durchaus eigenartiger Natur, welches mit echtem Knorpelgewebe nichts zu tun hat.

Wie schon erwähnt, liegt die Radulaplatte dicht dem Epithel der Mundhöhle auf. Dieses Epithel überzieht den vorderen Abschnitt der soeben beschriebenen Stützplatten, erscheint weiter hinten durch einen von einer fibromuskulösen Membran umschlossenen Hohlraum von ihnen abgehoben und senkt sich schließlich hinter dem ganzen Stützapparat zu einer tiefen Tasche ein, welche man als Radulatasche (Fig. 27, *rt*) zu bezeichnen pflegt und die deshalb von ganz besonderer Bedeutung ist, weil in ihr die Bildungszellen der Radula gelegen sind. Im Grunde und an der Hinterwand dieser Radulatasche erfährt nämlich das einfache Zylinderepithel ihrer Wandung eine sehr beträchtliche Erhöhung (vgl. Fig. 29), und an der Grenzstelle nun, wo in der Vorderwand der Radulatasche normales und erhöhtes Epithel zusammentreffen, liegt als ein quergelagerter bogenförmiger Wulst die besondere Bildungszone der Radulazähne, gebildet von den Odontoblasten. Auf dem Längsschnitt (vgl. Fig. 29) erscheinen dieselben als fünf hintereinander gelagerte Zellen, die natürlich ebensovielen Querreihen solcher Zellen entsprechen. Gegenüber den Zellelementen der Umgebung zeichnen sie sich durch ihren großen Zelleib und Kern sowie durch die hellere Färbung ihres Plasmas aus. Die vier hinteren Zellen (*b*—*e*) schließen sich enger zusammen zu einer Art Polster mit gewölbter Oberfläche, zuvorderst liegt eine einzelne hakenartig gebogene fünfte Zelle (*a*). Von diesen Zellen geht nun die Abscheidung der Radula aus. Und zwar übernehmen die Polsterzellen im wesentlichen die Ausbildung des eigentlichen Zahnes, während die Basalmembran, welcher die Zahnreihen aufsitzen, von dem vordersten Odontoblasten (*a*) und wohl auch noch von dem basalen Epithel (*uep*) der Radulatasche ausgeschieden wird. An dem weiteren Aufbau der Zähne soll dann auch noch das Epithel der oberen Wand der Radulatasche (*oep*) beteiligt sein, insofern dessen Zellen

sich von oben her zwischen die Zähnchen einschieben und dieselben mit einer dünnen Lage einer resistenteren Substanz überziehen sollen. Indessen herrscht über diesen letzteren Vorgang noch nicht volle Klarheit.

Auf die geschilderte Weise werden also von den Odontoblasten her stets neue Reihen von Radulazähnchen abgeschieden. Dieselben rücken nach vorn und gelangen so schließlich aus der Radulatasche heraus auf die frei vorragende Hälfte der Stützplatten, wo sie nun erst ihre eigentliche Funktion, bestehend in dem Ergreifen und Weiterbefördern der von dem Oberkiefer abgeschnittenen Pflanzenstückchen, ausüben können. Dabei werden die Zähnchen stark abgenutzt und stumpf, zugleich zerbröckelt der Vorderrand der Basalmembran und wird stetig abgestoßen, so daß also

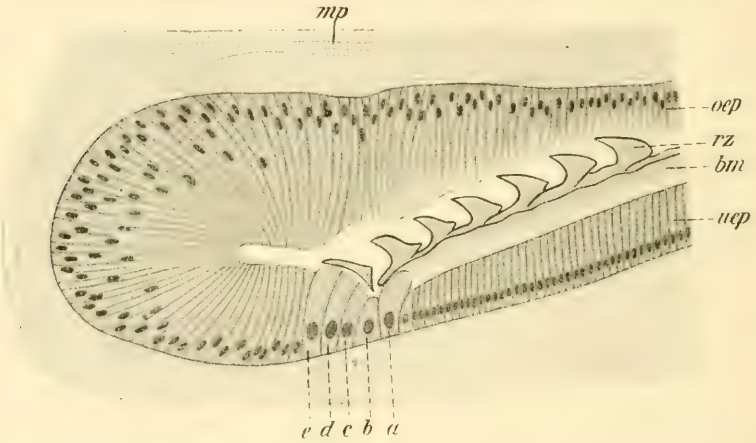


Fig. 29. Medianer Längsschnitt durch das hintere Ende der Radulatasche von Helix pomatia (bei stärkerer Vergrößerung). (Nach Rücker, 1883, und Rößler, 1885.) *a* *d* die fünf Odontoblastenreihen. *bm* Basalmembran der Radula. *mp* Papillarmembran, *oep* oberes, *uep* unteres Epithel der Radulatasche. *rz* Radulazähne.

der Ersatz vom Grunde der Radulatasche her eine direkte Notwendigkeit bildet. Auch die Odontoblasten selbst bleiben keineswegs an derselben Stelle unverändert liegen. Sowie eine Reihe derselben die Abscheidung einer Zahnreihe vollendet hat, rückt sie mit den fertig ausgebildeten Zähnen nach vorn und wandelt sich dabei in die normalen Zylinderzellen des basalen Epithels um. Von den ganz im Grunde der Radulatasche gelegenen erhöhten Zylinderzellen erfolgt dann durch Nachrücken eine stete Neubildung des Odontoblastenpolsters, so daß also mit der Radula zugleich das ganze ihr zur Unterlage dienende Epithel stetig nach vorn verschoben wird.

Wenn man die ganze Mundmasse von unten und hinten betrachtet, so tritt das hintere Ende der Radulatasche als eine konische, unter-

halb des Ösophagus gelegene Papille hervor. Diese Papille ist überzogen von einer bindegewebigen Membran, der Papillarmembran (Fig. 27 und 29, *mp*), die sich scheidenartig von hinten her über die Papille stülpt und recht sehr zu deren Festigung beiträgt. Benachbarte Muskelbündel treten an die Papillarmembran heran und verschmelzen mit ihr, und dies hat Veranlassung gegeben, diese Membran wohl auch als einen besonderen Papillarmuskel zu beschreiben.

Zur Bewegung des ganzen Apparates dient eine besondere Muskulatur, von der wir hier nur einige der wichtigeren Systeme besprechen wollen. Zunächst zwei unpaare Systeme, die man als vorderen und hinteren Radulamuskel benennen kann. Der vordere Radulamuskel (Fig. 27, *mra*) zerfällt in zwei symmetrisch zur Mittellinie gelegene Hälften. Er inseriert am Unterrande der Radulastützplatten und verschmilzt dabei so eng mit denselben, daß die beiderlei Gewebs- und Muskelfasern sich dicht verfilzen. Nach vorn hin vereinigen sich die beiden Hälften des Muskels zu einer einzigen dünnen Platte, die mit ihren Fasern in dem Muskelbindegewebe ausstrahlen, welches den Boden und die Seitenlippen des Mundeingangs erfüllt. Seine Wirkung ist etwa folgendermaßen vorzustellen. Wenn die Schnecke ihre Lippen fest einem Gegenstand aufgelegt hat, so wird der Fixpunkt des Muskels vorn gelegen sein, seine Kontraktion wird also die Lage der Radulastützplatten beeinflussen. Und zwar wird diese Kontraktion das Unterende der Stützplatten nach vorn ziehen, damit zugleich aber das entgegengesetzte freie Ende derselben, welches die Radulamembran trägt, nach oben und hinten bewegen. Sind andrerseits die Stützplatten fixiert, so vermag der Muskel umgekehrt als Retraktor der unteren Lippenteile zu wirken. — Der hintere Radulamuskel (Fig. 27, *mrp*) stellt ein abgegliedertes Bündel des Columellarmuskels dar (vgl. Fig. 14, *mrp*), durchzieht auf seinem Wege nach vorn den Ganglienschlundring und inseriert in zwei Bündeln ebenfalls am Unterrande der Stützplatten. Doch liegt seine Insertionsstelle nicht nur in der Mediane, reicht vielmehr auch seitlich an der Mundmasse empor, so daß seine Seitenteile eine Rinne einschließen, in welcher die erwähnte Papille der Radulatasche gelegen ist. Es vermag der Muskel einmal die gesamte Muskelmasse nach hinten zu ziehen, weiter aber wirkt er bei festgelegter Buccalmasse als Antagonist des erst beschriebenen Muskels, indem er dann den Unterrand der Stützplatten allein nach hinten bewegt und so eine Senkung der freien Spitze derselben nach vorn herbeiführt.

Ein paariges System stellen die mittleren Radulamuskeln dar. Sie bilden zu beiden Seiten der Stützplatten zwei mächtige Muskelmassen, die an den Stützplatten unmittelbar inserieren, mit ihren Fasern nach hinten ziehen und sich ober- und unterhalb der Radulatasche (bei mm_1 und mm_2 in Fig. 27) von beiden Seiten her vereinigen. Außerdem stehen sie nach vorn hin durch besondere Muskelbündel mit den Seitenwänden der Mundhöhle in Verbindung. Ihre Tätigkeit ist die wichtigste für die

Bewegung der Radula, insofern sie bei ihrem hinten in der Umgebung der Papille der Radulatasche gelegenen Fixpunkt die verschiedenartigsten vertikalen und seitlichen Bewegungen der Stützplatten herbeizuführen vermögen.

Neben den geschilderten Systemen hat man noch eine große Zahl von Muskelbündeln als besondere Muskeln unterschieden und beschrieben, für uns möge die Zusammenfassung in die genannten Komplexe genügen. Bewegt wird auf jeden Fall im wesentlichen der Radulaapparat als Ganzes. Radula, Epithel und Stützplatten bilden ein in seinen einzelnen Teilen kaum verschiebbares System; an diesem greifen die Muskeln an und bewirken unter gleichzeitigen starken Verschiebungen der ganzen Mundmasse eine Art Raspelbewegung der freien vorderen Radulaspitze, die sich unter gleichzeitigen komplizierten Seitenbewegungen abwechselnd nach unten senkt und nach hinten und oben hebt. Dabei werden die im Mundeingang gelegenen Pflanzenstücke von den Zähnchen ergriffen und in die hintere Mundhöhle und in den Anfangsteil der Speiseröhre hineinbefördert. Man könnte daher in dem ganzen Mechanismus eher ein Schluckorgan als einen Kauapparat erblicken.

Wir haben hiermit den größten Teil der Mundhöhle selbst schon kennen gelernt. Das auskleidende Epithel ist im Bereiche der Radulatasche hoch zylindrisch, erniedrigt sich aber nach dem Ausgang derselben hin allmählich sehr beträchtlich. In der eigentlichen Mundhöhle, namentlich aber am Dache derselben sind die Epithelzellen innen von einer dicken Kutikula überzogen, welche einen trefflichen Schutz gegen die scharfen Radulazähne abgibt. Wo diese Kutikula fehlt, findet sich ein Flimmerbesatz vor, so besonders am Eingang des Ösophagus und in der Umgebung der Mündungen der Speicheldrüsen. Außen ist die Mundmasse neben der schon besprochenen Muskulatur umhüllt von Bindegewebe, welches namentlich auf der Hinterseite eine mächtige Entfaltung zeigt und sich hier von oben her tief in die Radulataschenwand einsenkt (vgl. Fig. 27, *bg*).

Die **Verdauung und Resorption** der aufgenommenen und mechanisch zerkleinerten Nahrung beginnt bereits in dem beschriebenen vordersten Darmabschnitt, setzt aber mit voller Energie erst in den nachfolgenden Teilen ein. Noch in der Mundhöhle werden zunächst verdauende Sekretstoffe von dem nahe dem Mundeingange gelegenen sog. Semperschen Organ geliefert. Dasselbe wird durch zwei vom Boden der Mundhöhle sich erhebende Wülste gebildet, die in der Medianebene durch eine Furche voneinander geschieden sind und seitlich durch kleinere Vorwölbungen bis zum Oberkiefer hinziehen. Im Innern sind die Wülste erfüllt von einzelligen Drüsen, welche durch Bindegewebselemente zu mehreren zusammengeschlossen werden können und sich mit gesonderten Ausführgängen in die Mundhöhle öffnen. Ihrer Struktur nach gleichen die Drüsenzellen durchaus den sekretorischen Zellen der Speicheldrüsen und zeigen demgemäß bei voller Tätigkeit sich völlig von Sekretklümpchen erfüllt. Es

stellt somit das Sempersche Organ, über dessen physiologische Funktion man lange im unklaren war, eine pharyngeale Speicheldrüse dar.

Von viel größerer Bedeutung für die Verdauung sind dann schon die eigentlichen Speicheldrüsen. Dieselben liegen als zwei weißliche, zuweilen leicht gelblich gefärbte dünne Platten von unregelmäßig gelapptem Umriß zu beiden Seiten und auf der Rückenfläche des Magens (vgl. Fig. 30 und 34, *sp*). Ihre Größe variiert sehr stark, nicht nur bei verschiedenen Individuen, sondern selbst bei dem gleichen Individuum, je nach seinem Ernährungszustand. Vorn sind die beiderseitigen Drüsenpartien völlig voneinander geschieden, in ihren hinteren Hälften dagegen treten unregelmäßige Anastomosen zwischen beiden auf, von denen eine besonders starke in Fig. 30 bei * dargestellt ist. Diese Verbindungsbrücken treten so konstant auf, daß völlig geschiedene Drüsenmassen nur selten anzutreffen sind. Der Magenwand liegen sie ziemlich fest auf, da ihre dünne bindegewebige Hülle zarte Fasern zur Oberfläche des Magens entsendet und sich so fest mit ihr verbindet. Vom Vorderende jeder Drüsenplatte geht ein gewundener Kanal aus, der Speichelgang (*spg*). Beide Gänge verlaufen längs den Seiten der Speiseröhre (*oes*) nach vorn, ziehen durch den Ganglienschlundring hindurch (vgl. Fig. 34), senken sich im hinteren Drittel der Mundmasse in die dorsale Wand derselben ein und münden, das Dach der Mundhöhle durchbohrend, schließlich in letztere ein. Mit Blut versorgt werden die Speicheldrüsen durch die Magendarmarterie, die sich vielfach im Gewebe der Speicheldrüsen verzweigt. Innerviert werden sie vom Buccalganglion aus durch einen Nerv, der an dem Speichelgang entlang verläuft.

In ihrem feineren Aufbau setzen sich die Speicheldrüsen aus zahlreichen abgeplatteten Läppchen zusammen, die von einem feinen und feinsten Kanalsystem durchzogen werden. An den äußersten Endverzweigungen dieser inneren Kanälchen sitzen dicht gedrängt die eigentlichen Drüsenzellen, die sich ihrer histologischen Struktur nach sehr verschieden verhalten. Neuere Untersuchungen unterscheiden nicht weniger als fünf verschiedene Formen von Speicheldrüsenzellen: 1. Punktzellen, die von einem fein punktierten Plasma erfüllt sind und daneben stark färbbare, dem Kern kalottenförmig anliegende Substanzen enthalten; 2. Schleimzellen voller sekretgefüllter Vakuolen; 3. Körnchenzellen, charakterisiert durch die zahlreichen stark lichtbrechenden Körnchen ihres Inneren; 4. alveoläre Zellen, die in rundlichen oder polygonalen Alveolen Hyaloplasma, koagulierte Eiweißmassen und glanzlose Körnchen enthalten; 5. Blasenzellen von birnförmiger Gestalt und mit großer Innenvakuole. Die Verschiedenheit der inneren Struktur erklärt sich aus der verschiedenen physiologischen Funktion der einzelnen Zellformen, insofern die Punkt- und Schleimzellen Schleimmassen abscheiden, die übrigen drei Formen dagegen verdauende Fermente. Doch sind alle diese Zellengebilde keineswegs scharf voneinander geschieden, sie hängen vielmehr vielfach durch Übergangsformen miteinander zusammen und können direkt durch Um-

wandlung auseinander hervorgehen. Nach mehrfachen sekretorischen Tätigkeitsphasen gehen die Drüsenzellen unter charakteristischen Zerfallserscheinungen zugrunde; sie werden erneuert von dem Epithel der Ausführgänge her.

Diese Ausführgänge schließen sich unmittelbar an die sekretorisch tätigen Endabschnitte der Drüse an, indem die feinen Gänge der Peripherie

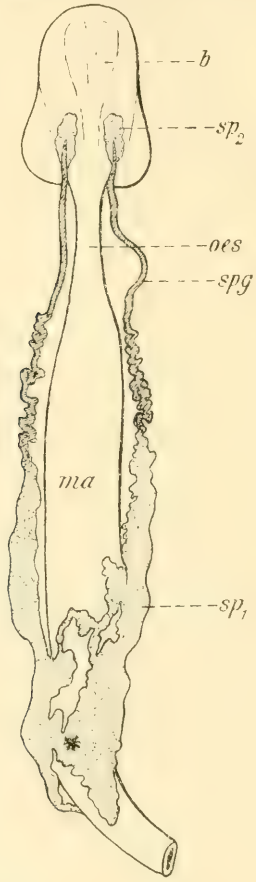


Fig. 30. Dorsalansicht des vorderen Darmtraktus von Helix pomatia die beiden Speicheldrüsenpaare zeigend. (Nach Pacaut et Vigier. 1906.) *b* Mundmasse, *ma* Magen. *oes* Speiseröhre, sp_1 die großen hinteren Speicheldrüsen. sp_2 die Nalepaschen Drüsen, *spg* Speichelgang.

zu immer größeren Kanälen zusammenfließen, welch letztere schon bei äußerer Betrachtung der Speicheldrüsen deutlich zwischen den Drüsenläppchen hervortreten. Sie sind zunächst von einem Plattenepithel,

weiterhin aber von kubischem Epithel ausgekleidet. Schließlich vereinigen sich alle Ausführgänge der Drüsenläppchen in dem am Vorderende der Speicheldrüsen austretenden Speichelgang (Fig. 30, *spg*), der zunächst zahlreiche eng aneinander schließende und von Bindegewebe umhüllte Schlingen bildet, dann aber in fast gerader Richtung nach vorn zieht. Seine Wandung besteht aus einem hohen, in Längsfalten gelegten Zylinderepithel, auf dessen Innenfläche Wimpern, ebenso wie in dem gesamten ausführenden Kanalsystem, völlig fehlen. In das umhüllende Bindegewebe des Speichelganges sind zahlreiche Muskelfasern eingelagert, und solche finden sich auch reichlich zwischen den Läppchen des Drüsenkörpers vor, deren Entleerung sie durch ihre Kontraktion herbeiführen.

In ihrem vordersten Abschnitt zeigen die Speichelgänge beiderseits noch eine besonders erwähnenswerte Differenzierung insofern, als sie bereits im Bereiche der Buccalmasse von einem Belage stark entwickelter Drüsenzellen wie von einem Mantel umschlossen werden. Diese Drüsenmassen (Fig. 30, sp_2), die eine Länge von kaum 1½ mm besitzen, liegen im hinteren Abschnitt der Mundmasse, in deren dorsale Wandung völlig eingebettet; sie setzen sich zusammen aus Drüsenzellen, die mit langgestreckten Ausführgängen direkt in den Hauptspeichelgang, der ja mitten durch sie hindurchzieht, einmünden und die in ihrem sonstigen histologischen Verhalten völlig den Zellelementen der großen Speicheldrüsen entsprechen. Demgemäß sind diese vorderen Drüsenmassen als nichts anderes aufzufassen, denn als abgegliederte Teile jener hinteren Speicheldrüsen, man pflegt sie deshalb auch als vordere oder Nalepasche Speicheldrüsen zu bezeichnen.

Als Sekrete der Speicheldrüsen — vordere und hintere verhalten sich dabei gleich — kommt zunächst Schleim oder Mucin in Betracht, er hat die rein mechanische Aufgabe, die Futterstoffe noch in der Mundhöhle anzufeuchten und in einen leichtflüssigen Schleim einzuhüllen, damit sie leichter in Speiseröhre und Magen hineingleiten. Aber daneben liefern die Speicheldrüsen auch chemisch wirksame, verdauende Stoffe, Enzyme. So ist sicher in den Sekreten nachgewiesen ein intensiv auf Stärke einwirkendes Enzym, also eine Amylase, es sind weiter Enzyme vorhanden, welche Rohrzucker und Glukoside anzugreifen vermögen. Völlig unverändert von dem Speichelsekret bleiben Eiweißkörper, Chlorophyll und Cellulose, ihre Zersetzung geht erst in weiter hinten gelegenen Abschnitten des Darmtraktus vor sich. Die physiologische Funktion des Speicheldrüsensekrets besteht also in zweierlei, einmal noch in der Förderung der mechanischen Bewegung der aufgenommenen Nahrung nach innen und zweitens in der Vorbereitung der Verdauung durch chemische Einwirkung auf einzelne Nährstoffe.

Vom hinteren und oberen Rand der Mundmasse geht die Speiseröhre (Ösophagus, Fig. 30, 31, *oes*) ab, in welche sich die Mundhöhle nach hinten hin unmittelbar fortsetzt (Fig. 27). Sie stellt ein dünnes

Rohr dar, welches je nach dem Kontraktionszustand des vorderen Schneckenkörpers bald in gradem, bald in gewundenem Verlauf nach hinten zieht und ohne scharfe Grenze in einen erweiterten Abschnitt des Darmtraktus, in den Magen (*ma*) übergeht. Letzterer ist in der Regel von langgestreckter, zylindrischer Form, infolge der starken Dehnbarkeit seiner Wände aber ziemlich variabel nach Gestalt und Umfang. Nach hinten verengt sich der Magen wieder etwas und endet schließlich in einem besonderen Blindsack (Fig. 31 und 34, *bl*), der die Lebergänge aufnimmt.

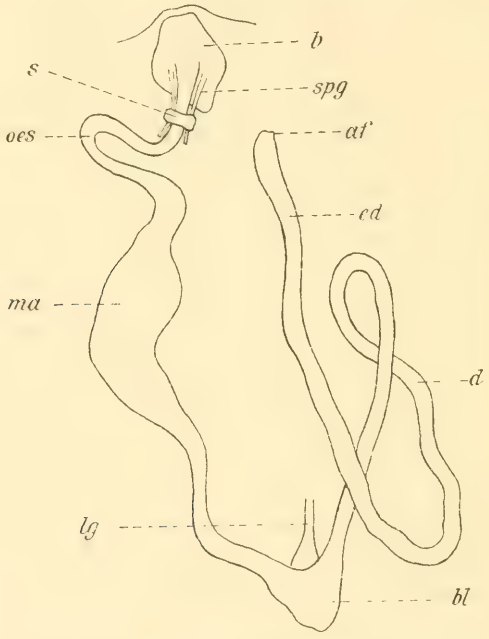


Fig. 31. Gesamtansicht des Darmtraktus von Helix pomatia. (Nach E. Yung, 1887.) *af* After. *b* Mundmasse, *bl* Blindsack. *d* Dünndarm, *ed* Enddarm. *lg* Lebergang, *ma* Magen, *oes* Speiseröhre, *s* Ganglienschlundring, *spg* Speichelgang.

Im Inneren zeigen Speiseröhre und Magen scharf ausgeprägte Längsfalten. Ausgekleidet sind sie zu innerst von einem im wesentlichen zylindrischen Flimmerepithel, zwischen dessen Elementen zahlreiche schleimbereitende Becherzellen mit langen Ausführgängen eingelagert sind. Getragen wird das Epithelrohr von einem darunter liegenden Stützgewebe von wechselnder Dicke. Dasselbe wird gebildet von einem fibrillären Grundgewebe sowie zahlreichen verzweigten und pigmentierten Bindegewebszellen, es wird ferner durchsetzt von glatten Muskelfasern, Gefäßen und Nerven. Zu äußerst findet sich dann endlich noch eine Muskelschicht von geringer Stärke, bestehend aus glatten, durch Bindegewebe

verbundenen Muskelfasern, die sich zu einer inneren Längs- und einer äußeren Ringmuskelschicht anordnen.

Der soeben geschilderte mittlere Darmabschnitt ist es nun, welcher die für die Verdauung und Resorption wichtigste Darmdrüse, die Leber, aufnimmt. Dieses überaus voluminöse, bräunlich gefärbte Organ nimmt fast den ganzen geräumigen Eingeweidesack ein und erstreckt sich längs deren Spiralwindungen bis zur Spitze (vgl. Fig. 34, *l*). Im ganzen genommen zerfällt die Leber in zwei große Hauptlappen, die je mit einem besonderen Ausführgang in den bereits erwähnten Blindsack am Ende des Magens einmünden. Der obere kleinere Lappen ist am stärksten spiralig aufgewunden und füllt die beiden obersten Windungen der Schale aus, der untere größere Lappen ist flacher und nimmt die erweiterten Windungen ein. Nach außen hin wird die Oberfläche der Leber unmittelbar von der Wand des Eingeweidesackes überzogen, welch letztere vielfach Fortsätze in die Lebersubstanz hinein sendet und so fest mit ihr verlötet. Auch auf der nach dem Körperinneren hin gewendeten Fläche ist die Leber von einer besonderen Membran überzogen, die teils aus Bindegewebselementen, teils aus Muskelfasern gebildet wird.

Die Leber stellt eine zusammengesetzte azinöse Drüse dar und besteht als solche aus zahlreichen größeren und kleineren Läppchen, die miteinander durch mächtige Züge lockeren Bindegewebes verbunden sind. Die wichtigsten Bestandteile der Drüsenläppchen oder Follikel bilden die Drüsenzellen, von ihnen sind dreierlei verschiedene Formen zu unterscheiden (vgl. Fig. 32): 1. Die Fermentzellen oder Sekretzellen (*skz*) bilden breite, massige Elemente mit homogenem Protoplasma und einem an der Basis gelegenen, unregelmäßig geformten Zellkern. Sie sind im besonderen ausgezeichnet durch braune Kugeln, die in vakuolenartigen Bläschen gelegen sind, hier schließlich in deren ursprünglich wasserklaren Flüssigkeitsmasse in Lösung gehen und nach dem Ausstoßen aus der Mutterzelle in den Leberausführgängen den braun gefärbten flüssigen Inhalt derselben bilden. Dieses braune Sekret enthält die verdauenden Enzyme oder Fermente, die Fermentzellen sind als deren Bildner aufzufassen und demgemäß sekretorisch tätige Zellen. — 2. Die Leberzellen (*lz*) sind sehr viel zahlreicher und stellen schmal zylindrische, am inneren Ende häufig kolbig verdickte und zottenartig ins Innere der Leberalveolen vordrängende Elemente dar. Ihr Plasma ist grobwabig und häufig von größeren Vakuolen durchsetzt, ihr kleiner Kern liegt wiederum an der Basis. Physiologisch stellen die Leberzellen Resorptionszellen dar, insofern in ihnen Nährstoffe, wie Glykogen und Fette, sich anhäufen können. Besonders charakteristisch für sie sind außerdem gelblich gefärbte Körnchen und Klümpchen, die gleichfalls von Vakuolen eingeschlossen sind und Abfallprodukte darstellen. Dieselben werden von der Zelle ausgestoßen, durch die Lebergänge nach außen in den Darm befördert und mit dem Kot entleert. Es sind diese Zellen also auch exkretorisch tätig. — 3. Die Kalkzellen (*kz*) stellen breite, zuweilen fast kugelige Elemente dar, die einen großen

runden Kern enthalten und von kugeligen, stark lichtbrechenden Körnchen über und über erfüllt sind. Diese Kügelchen bestehen aus phosphorsaurem Kalk und werden zur Bildung des Winterdeckels verbraucht. Im Hochsommer sind diese Inhaltskörper deshalb auch am zahlreichsten, je näher der Winter heranrückt, um so mehr schwindet ihre Zahl wie auch die der Kalkzellen überhaupt. Daneben speichern die Kalkzellen auch noch Fett in Form größerer Kugeln auf, wahrscheinlich durch Vermittlung der Leberzellen, welche ihnen diese Fettstoffe zuführen.

Indem diese verschiedenartigen Zellelemente also nun die Wandungen der Endläppchen bilden, umschließen sie zugleich im Inneren gelegene

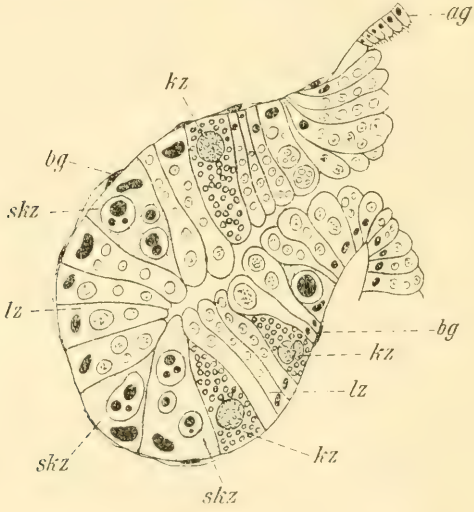


Fig. 32. Schnitt durch ein Leberläppchen von Helix. (Nach Barfurth, 1883). *ag* Epithel des Ausführganges. *bg* Bindegewebszellen. *kz* Kalkzellen. *lz* Leberzellen. *skz* Sekret- oder Fermentzellen.

alveoläre Hohlräume, und diese letzteren führen direkt in feinste Lebergänge (*ag*) über, deren Wände von Flimmerepithel bekleidet sind. Die feineren Gänge vereinigen sich zu gröberen und schließlich bleibt ein einziger Hauptlebergang für jeden Leberlappen übrig. Die vielfach mit vorspringenden Wülsten versehenen Wände dieser Ausführgänge sind ebenfalls größtenteils von Flimmerepithel ausgekleidet, zugleich enthalten sie in reichlichem Maße Muskelfasern.

In physiologischem Sinne ist die Rolle der Leber eine sehr mannigfache. Zunächst stellt sie eine Verdauungsdrüse dar, in Wirksamkeit tretend durch das von ihr abgeschiedene Lebersekret. Dieses Sekret sammelt sich als eine klare, braungefärbte, etwas zähe Flüssigkeit in dem Magen an, der zu gewissen Zeiten prall von ihr gefüllt sein kann, und

hier wird es dann mit der aufgenommenen Nahrung vermischt, worauf seine verdauende Tätigkeit einsetzt. In dem Lebersaft ist zunächst ein Enzym enthalten, welches sehr energisch Kohlehydrate, also Stärke, Zucker, Cellulose zu lösen vermag. Die Wirkung auf die Cellulose der Pflanzenwandungen ist so stark, daß selbst die widerstandsfähigsten Formen derselben, wie Samen von Dattelpalmen oder Kaffeebohnen angegriffen werden. Dagegen sollten nach neueren sehr genauen Untersuchungen eiweißspaltende Enzyme irgendwelcher Art völlig fehlen, insofern feste Eiweißkörper pflanzlichen wie tierischen Ursprungs bei Fütterungsversuchen unverdaut blieben und fast unverändert mit dem Kot wieder entleert wurden. Es war dies ein ganz außerordentlich auffallendes und unerklärliches Verhalten, und fortgesetzten Bemühungen ist es dann endlich auch gelungen, tatsächlich dennoch eiweißlösende Enzyme im Lebersekret aufzufinden und zugleich eine Erklärung für die früheren negativen Befunde zu geben. Bei nüchternen Schnecken fehlt nämlich ein solches Enzym in der Tat im Magensaft, nachdem aber Nahrung aufgenommen ist und die Auflösung der Zellulose eingesetzt hat, dann tritt auch ein eiweißlösendes Enzym auf und beginnt mit der Verdauung der Eiweißstoffe, während gleichzeitig die Celluloseverdauung zurücktritt.

Die zweite wichtige Funktion der Leber besteht in der Aufsaugung oder Resorption der Verdauungsprodukte. Um diese Funktion ausüben zu können, muß die Leber bis in ihre feinsten Alveolen hinein mit den verdauten Nahrungssäften in Berührung gebracht werden. Und dies geschieht dadurch, daß der flüssige Mageninhalt zusammen mit den in ihm enthaltenen festen Bestandteilen wiederholt aus dem Magen in die Lebergänge und Alveolen einströmt und in den Magen zurückkehrt. Diese Bewegung wird teils durch die Flimmerung der Lebergänge unterhalten, teils kommt sie zustande durch die Tätigkeit der die Leberläppchen umgebenden Muskelfasern, die durch ihre rhythmischen Kontraktionen ein stetes Zusammensinken und Anschwellen der Leberläppchen zur Folge haben. Der so erzeugte Flüssigkeitsstrom bespült also stetig die Alveolarzellen, dabei finden die Leberzellen Zeit, in Tätigkeit zu treten und einen Teil des aus Lebersekret und Verdauungssäften bestehenden Magensaftes zu resorbieren. Der Vorgang wiederholt sich dann so lange, bis der größte Teil der gelösten Verdauungsprodukte aufgenommen ist.

Um diese so wichtige Bewegung des Magen- und Lebersaftes zu regulieren, um ferner die schließliche Ableitung der nicht verdaulichen Reste in den Dünndarm zu bewerkstelligen, sind nun noch besondere Einrichtungen in dem Teil des Darmtraktus getroffen, welchen wir als Blindsack bereits flüchtig erwähnten. Dieser Blindsack liegt an einer sehr scharf ausgeprägten Knickungsstelle des Schneckendarms, so daß er förmlich die Spitze eines von Magen und Anfangsteil des Dünndarms gebildeten Winkels darstellt (vgl. Fig. 31 und 34). Er stellt eine ziemlich stark aufgetriebene Erweiterung dar, in welche an zwei gegenüberliegenden

Stellen Magen (Fig. 33, *ma*) und Dünndarm (*d*) führen. Zwischen beiden liegen, ebenfalls einander gegenüber, die Mündungen der beiden Lebergänge, der untere (*le*) mehr dem Magen, der obere (le_1) mehr dem Dünndarm genähert. Seine besondere physiologische Rolle wird dem Blindsack durch die Reliefbildung seiner inneren Schleimhaut zugeteilt, in deren komplizierte Verhältnisse man am leichtesten einen Einblick dann gewinnt, wenn man von dem in Alkohol gehärteten Organ die gewölbte Kuppe abträgt, wie es in Fig. 33 geschehen ist. Man sieht dann folgendes. Zunächst, daß das zuführende Magenrohr (*ma*) mit dem Anfangsteil des Dünndarms (*d*) unter so spitzem Winkel zusammenstößt, daß ein direkter Übertritt des Mageninhaltes in den Darm sehr verzögert werden muß.

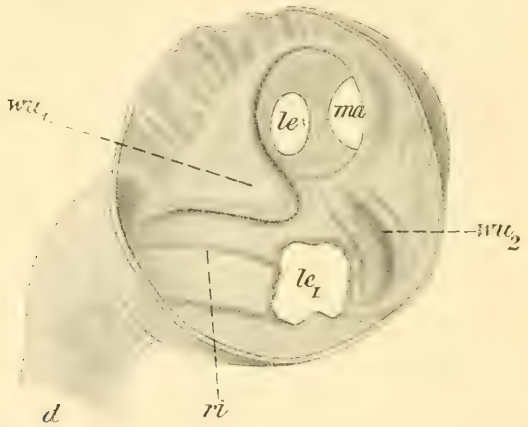


Fig. 33. Blindsack des Magens von Helix pomatia, mit abgetragener Kuppe, um einen Einblick ins Innere zu gewinnen. (Nach Biedermann und Moritz, 1898.) *d* Dünndarm, *le* Mündung des unteren, le_1 Mündung des oberen Leberlappens, *ma* Mündung des Magens, *ri* Darmrinne, $wu_{1,2}$ Wulstbildungen.

Ein noch stärkeres und direktes Hindernis für diesen unmittelbaren Übertritt bietet aber eine wallartige Erhebung (wu_1), die sich zwischen die Mündungen von Magen und Darm einschiebt. Weiter mündet dicht vor diesem Wall der weite Ausführgang des unteren Leberlappens (*le*) unmittelbar neben dem Magen ein, und so wird leicht verständlich, wie der an dem Wall gestaute Mageninhalt bei einer Kontraktion der umgebenden Wandung in den unteren Lebergang gepreßt werden muß. Trotz des Walles übergetretene Verdauungsstoffe werden in den oberen Lebergang (le_1) befördert, und dies um so sicherer, als sich vor diesem ebenfalls eine wallartige Wulstbildung (wu_2) findet, welche unter Stauung des Darminhaltes den Eintritt in den Lebergang erleichtern hilft. Wir sehen also, wie durch diese besonderen Einrichtungen im Inneren des Blindsackes die für den Verdauungs- und Resorptionsvorgang erforder-

lichen Bewegungen des Speisesaftes in sehr vollkommener Weise gefördert werden.

Und endlich ist die Leber noch ein Speicherorgan, indem sie Kohlehydrate, Fette, vielleicht auch Eiweißkörper sowie anorganische Salze in sich anzuhäufen vermag. Die organischen Stoffe können dann von den Leberepithelien an die verschiedensten Gewebe des Schneckenkörpers zur definitiven Ablagerung weitergegeben werden; besonders bevorzugt erscheinen als Ort dieser nachträglichen sekundären Aufspeicherung die auch zwischen den Leberfollikeln stark entwickelten Leydigschen Zellen (vgl. oben S. 22), deren glänzendes Aussehen ja eben von ihrem Gehalt an Glykogen herstammt. Von anorganischen Salzen sind besonders die phosphorsauren Kalksalze hervorzuheben, die, wie bereits geschildert, in den Kalkzellen abgelagert werden. Zur Zeit der Bildung des Winterdeckels werden sie durch Vermittelung der Blutzirkulation den Kalk- und Schleimdrüsen des Mantels zugeführt und hier dann zum Aufbau des Epiphragmas verwendet. Man kann nachweisen, daß die Leber in dieser Zeit genau das Maß von Phosphorsäure verliert, das im Epiphragma in anderer Form abgelagert wird.

Unmittelbar hinter dem Blindsack beginnt der Abschnitt des Darmes, welcher die **Abfuhr der aus der Verdauung sich ergebenden Abfallstoffe** zu besorgen hat. Als Dünndarm (vgl. Fig. 31 und 34, *d*) steigt derselbe, an dem größeren Leberlappen entlang verlaufend, aufwärts bis zur Niere, deren Rand er in inniger Berührung folgt, wendet sich dann in verkehrt S-förmiger Schlinge durch die Leber und tritt schließlich in die Lungenhöhle in deren hinterem Winkel ein. Von hier an wird der Darm dann als Enddarm (*ed* in den Figuren) zu bezeichnen sein; als solcher zieht er an der äußersten rechten Seite des Lungenbodens, mit der muskulösen Mantelkante innig verwachsen, in gerader Richtung nach vorn, bis er schließlich durch den neben dem Atemloch gelegenen und gegenüber dem letzteren etwas zurückgeschobenen After (*af*) nach außen mündet. Während dieses ganzen Verlaufes stellt der Darm ein einfaches zylindrisches Rohr von fast gleichbleibendem Durchmesser dar.

Von der inneren Reliefbildung des soeben in seinem äußeren Verlauf gekennzeichneten letzten Darmabschnittes verdient zunächst die Abgangsstelle vom Magenblindsack ein besonderes Interesse (vgl. Fig. 33). Hier findet sich nämlich der Anfang einer tiefen Rinne (*ri*), welche, zwischen zwei von der Schleimhaut des Darmes gebildeten Längswülsten gelegen, sich weit in den Darm hinein erstreckt. Nach vorn hin steht die Rinne durch je eine breite flimmernde Furche mit den beiden Lebermündungen in Verbindung. Die Bewegung der Wimpern innerhalb dieser Furchen ist nach dem Dünndarm hin gerichtet, sie führt alle festen Teilchen, welche aus den Lebermündungen heraus darmabwärts gleiten, in die erwähnte Darmrinne hinein. Anfangs bleibt dieselbe weit offen, später aber schließt sie sich durch Zusammenbiegen ihrer Seitenränder zu einem hohlen Rohre ab, in welchem die festen Abfallstoffe der Verdauung, gleichsam wie in

einem besonderen Rohr innerhalb des weiteren Darmrohrs, nach hinten geführt und dabei so fest aneinander gepreßt werden, daß sie noch in den abgesetzten Exkrementen sich als vielfach gewundene Fäden oder Schläuche aus den mehr flüssigen Kotbestandteilen, die das eigentliche Darmrohr passierten, herauserkennen lassen.

Die epitheliale Auskleidung des Dünndarms besorgen flimmernde Zylinderzellen, zwischen denen zahlreiche, keulen- oder becherförmig gestaltete Schleimzellen gelegen sind. Letztere sondern einen zähen Schleim ab, welcher die Inhaltsmassen des Darmes umhüllt und so deren Weitergleiten fördert. Kurz vor dem Übertritt in die Lungenhöhle bildet die Wand des Dünndarms auf einem beschränkten Bezirke ein Drüsenfeld aus, bestehend aus langen vielzelligen Drüsenschläuchen, die dicht von Bindegewebe umhüllt sind. Die Muskularis ist im Bereiche des Dünndarms weniger stark entwickelt, erst am eigentlichen Enddarm gewinnt sie wieder sehr bedeutend an Masse und Umfang.

Wie schon der histologische Aufbau aus Flimmer- und Schleimzellen erschließen läßt, ist der Dünndarm so gut wie gar nicht an der Resorption der verdauten Stoffe beteiligt, diese übernimmt vielmehr, wie bereits geschildert, ausschließlich die Leber. Und somit verbleibt als physiologische Funktion für den ganzen hinter dem Magenblindsack gelegenen Abschnitte des Darmtraktus nur die Ableitung der bei der Verdauung sich ergebenden Abfallstoffe sowie deren Ausstoßung aus dem Körper.

8. Kapitel

Die Organe des Blutkreislaufs und der Atmung

Die organischen Nährstoffe, welche den vom Darmtraktus aufgenommenen Vegetabilien durch die Verdauung entzogen und zunächst in der Leber abgelagert wurden, müssen nun weiter im Körper verteilt, den einzelnen Organen und Geweben zum Unterhalt zugeführt und so dem Ganzen nutzbar gemacht werden. Dies geschieht dadurch, daß die Nährstoffe zunächst in Lösung gehen und dann in diesem Zustande einer Körperflüssigkeit sich beimischen, welche als Blut oder Lymphe in einem den ganzen Körper durchsetzenden Kanal- oder Gefäßsystem ständig zirkuliert. Diese Zirkulation pflegt man als **Blutkreislauf** zu bezeichnen, durch ihn wird eine gleichmäßige Verteilung der die Nährstoffe enthaltenden Flüssigkeiten in dem ganzen Körper herbeigeführt. Seine Organe sind Herz und Blutgefäße.

Das Herz bildet das Zentralorgan des Blutgefäßsystems. Seiner Lage nach ist es auf der linken Seite des Körpers zu suchen, wo es, in das Perikard eingeschlossen, am Dach der Lungenhöhle deren hinteren linken Winkel einnimmt (vgl. Fig. 4, 34, 37). Schon bei oberflächlicher Betrachtung fallen nach Eröffnung des Perikards ohne weiteres seine

beiden Abschnitte, Herzkammer (*k*) und Herzvorhof (*vh*), in die Augen. Die mehr nach hinten hin gelegene Herzkammer stellt den voluminöseren und stärker gebauten Teil des Herzens dar, aus ihr geht unmittelbar die Körperaorta hervor. Der kleinere Vorhof ist dagegen nach vorn gerichtet, seine Wandungen sind zart und nehmen die Lungenvene auf. Beide Abschnitte sind durch eine tiefe Einkerbung äußerlich voneinander geschieden, ihre Innenräume dagegen kommunizieren durch eine kleine Öffnung miteinander.

Histologisch bildet die wichtigste Grundlage des Herzschlauchs seine Muskularis. Dieselbe wird von Muskelfasern hergestellt, die neben einer den Kern enthaltenden axialen Protoplasmamasse einen Mantel kontraktiler, aus quergestreiften Fibrillen aufgebauter Muskelsubstanz aufweisen. Diese quergestreiften Muskelfasern sind im Vorhof in einem lockeren Netz- und Balkenwerk angeordnet, wogegen sie in der Herzkammer sich unter inniger Verflechtung zu starken Muskelbündeln zusammenschließen und eine fast geschlossene Muskelwand herstellen, welche den zentralen Binnenraum umschließt. Nach außen hin wird diese Muskelschicht begrenzt von dem alsbald zu besprechenden Perikardepithel, innen sollte nach allen älteren Beobachtern ein inneres abschließendes Epithel völlig fehlen und sollte höchstens eine zarte bindegewebige Membran mit eingelagerten rundlichen Kernen einen gewissen Abschluß bilden. Neuerdings ist aber ein solches inneres Herzepithel beschrieben worden, und zwar als eine dünne, aus verästelten, lose gefügten Elementen bestehende Zellenlage.

Vorhof und Kammer sind sehr stark dehnbar und führen regelmäßig aufeinanderfolgende Kontraktionen in der Weise aus, daß auf jede Kontraktion oder Systole des Vorhofs eine ebensolche der Kammer folgt. Die Bewegung des Blutes wird dabei derart geleitet, daß bei der Ausdehnung oder Diastole des Vorhofs das Blut aus der Lungenvene in den Vorhof einströmt, daß dann bei nachfolgender Systole des Vorhofs das Blut aus ihm in die ausgedehnte Kammer weiter befördert und von hier durch die nunmehr einsetzende Systole der Kammer in die Aorta hineingetrieben wird. Ein Zurückfließen des Blutes aus der Kammer in den Vorhof wird durch ein besonderes Klappensystem verhindert. Und zwar ist es ein Paar halbmondförmiger oder Semilunarklappen, welche an der Grenze zwischen beiden Herzabschnitten in das Lumen der Herzkammer hineinragen und zwar dem Blutstrom ungehinderten Durchfluß aus dem Vorhof in die Herzkammer gestatten, ein Zurückfließen des in die Kammer gelangten Blutes aber durch Anstauung und dadurch herbeigeführtes vorübergehendes Verschließen der Kommunikationsöffnung unmöglich machen.

Die Zahl der Herzschläge beträgt bei einer gut ernährten Schnecke im Sommer durchschnittlich 10—13 pro Minute, kann aber bei lebhafter Bewegung bedeutend höher steigen. In der kalten Jahreszeit und während des Winterschlafs sinkt sie dagegen auf durchschnittlich 4—6 herunter. Die Temperatur des umgebenden Mediums hat also auf die Zahl der Herz-

kontraktionen bedeutenden Einfluß, eine Tabelle mag dieses Verhalten im einzelnen näher erläutern:

Eine im Winter aufgeweckte Weinbergschnecke zeigte

bei	0° bis + 1°	1 Pulsation des Herzens in je 2 Minuten
„	+ 5°	4 Pulsationen pro 1 Minute
„	+ 10°	12 „ „
„	+ 15°	17 „ „
„	+ 20°	26 „ „
„	+ 25°	38 „ „
„	+ 30°	54 „ „
„	+ 35°	50 „ „
„	+ 40°	unregelmäßige Pulsationen.

Noch höhere Frequenzzahlen der Herzschläge ließen sich im Sommer erzielen. Im Juni zeigte eine Schnecke

bei	+ 17°	36 Pulsationen pro 1 Minute
„	+ 25°	52 „ „
„	+ 30°	67 „ „
„	+ 35°	82 „ „
„	+ 40°	sehr unregelmäßige Pulsationen
„	+ 45°	geringere Zahl der unregelmäßigen Pulsationen
„	+ 50°	Stillstand des Herzens in Systole.

Ein geringer Reiz genügt, um die Regelmäßigkeit der Herzschläge zu stören, wobei zugleich nicht selten die bemerkenswerte Erscheinung zu beobachten ist, daß jeder Herzabschnitt völlig unabhängig von dem anderen zu pulsieren vermag. Es kann beispielsweise der eine völlig still stehen, während der andere heftig schlägt. Stärkere Reizungen, wie etwa das Eröffnen des Perikards, haben sehr starke Störungen zur Folge, rasche Schläge wechseln dann ab mit lange andauernden heftigen Kontraktionen.

Gangliöse Zentren sind in der Herzwandung nicht vorhanden. Seine Bewegungen beruhen einzig und allein auf der Kontraktilität seiner Muskularis und diese steht unter der Herrschaft des Visceralganglions, welches durch den Eingeweidenerven mehrere Nervenstämmchen nach dem Herzmuskel entsendet.

Eingeschlossen wird der Herzschlauch in seiner Gesamtheit von dem Perikard (Fig. 34 und 37, *p*). Dasselbe stellt einen länglich ovalen, an beiden Enden etwas verjüngten Sack dar, der drei wohlausgeprägte Wandflächen aufweist. Die eine dieser Flächen ist nach außen, eine zweite nach der Lungenhöhle, die dritte nach der Niere hin gerichtet. Letztere buchtet sich zu dem bei der Niere zu besprechenden Perikardnierengang aus, durch welchen das Perikard in offene Kommunikation mit dem Binnenraum der Niere tritt. Im übrigen ist das Perikard allseitig geschlossen, und zwar besteht seine Wandung aus einem Plattenepithel, das sich an

bl Magenblindsack, *cg* Cerebralganglion, *cmu* Columellarmuskel, *d* Dünndarm, *ed* Enddarm. *ew* Eiweißdrüse, *fl* Flagellum, *k* Herzkammer, *l* Leber, *lg* Lungengefäße, lg_1 zuführ. Lungengef. d. Niere, *m* Mundmasse, *ma* Magen, *n* Niere, *p* Penis, *p* Pericard, *pf* Liebespfeilsack, *rc* Receptaculum seminis, *rm* Retraktormuskel des Penis, *sp* Speicheldrüsen, *spo* Eisamenleiter, *st* Stiel des Receptaculums, t_{III} oberer Tentakel, *ug* untere Ganglienmasse des Schlundrings, *v* Vagina, *vd* Vas def., *vh* Herzvorhof, *zg* Zwittergang, *zw* Zwitterdrüse.
Gefäße: *1* Aorta, *1a* Leberarterie, *2* Genitalarterie, *2a* 3. Ast ders., *3 3a* Gefäße zur Körperwand u. Muskulatur, *4* Magendarmarterie, *5* Fußarterie, *6* Buccalarterie, *7* linke, *8* rechte Kopfarterie, *9* Penisarterie, *10* Tentakelarterie, *11* Lungenvene.

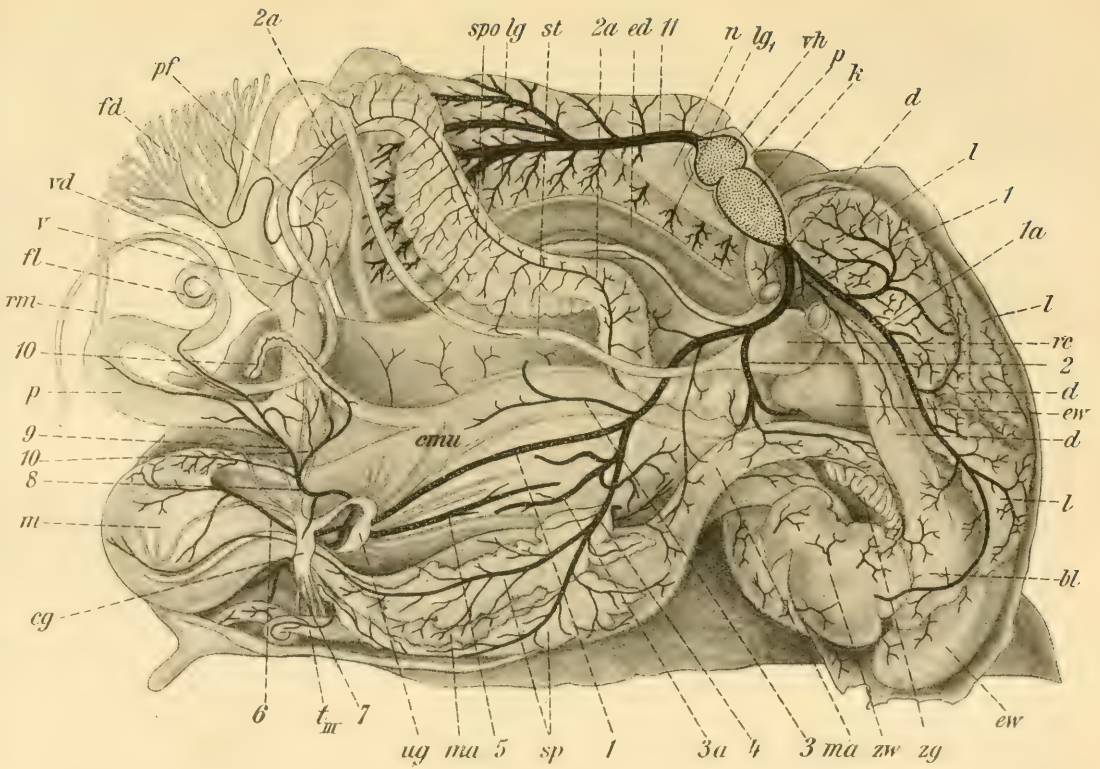


Fig. 34. Arterielles Gefäßsystem der Weinbergschnecke. Der Körper ist auf der Oberseite der ganzen Länge nach aufgeschlitzt, die meisten Eingeweide etwas nach rechts übergeschlagen. (Nach Milne-Edwards et Valenciennes, 1849.)

den beiden zugespitzten Enden des Perikards fest an Aorta, bzw. Lungenvene anlegt und auf den Herzschlauch umschlägt, dessen Muskularis auf diese Weise mit einer Lage polygonaler abgeplatteter Zellen überziehend.

Aus der Herzkammer wird das Blut in einen einzigen mächtigen Gefäßstamm, in die Aorta getrieben und von hier zunächst durch die Arterien im ganzen Körper verteilt. Diese Arterien sind selbständige Gefäße mit eigenen Wandungen, die sich aus vielfach verfilzten, durch Bindegewebssubstanz miteinander verkitteten Muskelfasern zusammensetzen. Ihre Anordnung im Körper stellt sich folgendermaßen dar (vgl. hierzu Fig. 34).

Unmittelbar nach ihrem Abgang aus der Herzkammer sendet die Aorta (Gefäß 1) zunächst einzelne kleine Ästchen zur oberen Wand des Perikards und zu den benachbarten Partien des Lungendaches und gibt sodann nach dem hinteren Eingeweideknäuel ein mächtiges Gefäß ab, die Leberarterie (Arteria hepatica oder posterior, Gefäß 1a), die sich dendritisch auf Leber, Dünndarm und Zwitterdrüse verteilt. — Nach Abgabe der Leberarterie wendet sich die Aorta nach unten und vorn, umgreift dabei den Dünndarm und läßt dann ein zweites starkes Gefäß von sich abgehen, die Genitalarterie (Arteria uterina, Gefäß 2). Diese Arterie versorgt zunächst das Receptakulum seminis, zieht weiter quer über den Eisamenleiter hinweg und teilt sich alsdann in mehrere Äste. Der eine derselben wendet sich nach hinten zu dem oberen Abschnitt des Eisamenleiters, zu Eiweißdrüse und Zwittergang, ein zweiter, bedeutend schwächerer begibt sich zum hinteren Magenabschnitt, ein dritter, wieder von recht bedeutender Stärke, zieht endlich nach vorn und verläuft dabei (Gefäß 2a) zunächst entlang dem ganzen Eisamenleiter, an jede Falte desselben ein oder mehrere sich dendritisch verzweigende Ästchen abgebend, die zum Teil auf die Verbindungsmembran zwischen Eisamenleiter und Rezeptakulumstiel sowie auf letzteren selbst übergreifen. In seiner Fortsetzung umgreift dieser dritte Ast der Genitalarterie das Vas deferens, welches ebenfalls zarte Gefäße erhält, und begibt sich schließlich mit einem Endast unter Auflösung in viele feine Ästchen zu den fingerförmigen Drüsen, mit einem anderen zu Pfeilsack und Vagina. — Die weiteren von der Aorta abgehenden Gefäße sind ihrem Ursprung nach nicht ganz konstant. Ein besonderer Seitenstamm (Gefäß 3) versorgt Muskulatur und Körperwand der rechten Seite, ein zweiter sehr viel stärkerer teilt sich alsbald in mehrere Äste. Von diesen geht einer (Gefäß 3a) zum Columellarmuskel und zur linken Körperwand, ein zweiter (Gefäß 4) bildet die Magendarmarterie, die, in zwei Äste sich spaltend, über den Speicheldrüsen verläuft, zahlreiche Gefäße an diese wie an die Magenwand ausschickt und endlich auf Speiseröhre und Mundmasse in vielen feinen Ästchen ihr Ende findet.

Die Aorta selbst zieht nach Abgabe der zuletzt beschriebenen Gefäßstämme in fast gerader Richtung nach vorn, läuft durch den zwischen Pedal- und Eingeweideganglien gelegenen Spalt hindurch und zerfällt

alsdann in ihre Endäste, zwei unpaare und eine paarige Arterie. Die unpaaren, in der Medianlinie des Körpers verlaufenden Gefäße sind die mächtigsten. Nach abwärts und rückwärts wendet sich die Fußarterie (Arteria pedalis oder recurrens, Gefäß 5), sie zieht inmitten des Fußes oberhalb der Fußdrüse dahin und versorgt mit zahlreichen Ästchen die hier gelegene mächtige Muskelmasse. In entgegengesetzter Richtung nach vorn verläuft die gleichfalls unpaare Buccalarterie (Arteria buccalis, Gefäß 6), sie verzweigt sich an Mundmasse, Unterlippen und Radulatasche. — Die paarigen Arterien werden dargestellt durch die linke und rechte Kopfarterie (Arteria cerebralis sinistra und dextra, Gefäß 7, 8). Beide entspringen nahe der Abgangsstelle der Fußarterie, verlaufen jederseits parallel der Schlundringkommissur nach vorn und spalten sich in der Höhe der Cerebralganglien in mehrere Äste. Feinere Zweige versorgen das Centralnervensystem sowie die Mundlappen, ein stärkerer folgt dem Nerven des kleinen Tentakels und tritt in diesen ein, ein anderer begibt sich in der gleichen Weise zum großen Tentakel (Gefäß 10), ein dritter, der nur rechterseits entwickelt ist, verläuft zum Penis und versorgt mit zahlreichen Ästchen diesen selbst sowie Vas deferens, Flagellum und Retraktormuskel (Gefäß 9).

Alle Arterien lösen sich schließlich in feine Kapillaren auf, die in ihrem Durchmesser bis auf $^6/_{1000}$ mm heruntergehen können, aber stets auch dann noch wohlausgeprägte Wandungen besitzen, die sich aus polygonalen, von welligen Linien begrenzten Epithelzellen zusammensetzen. Die Kapillaren bilden ein alle Organe umspannendes Endnetz, durch besondere Verbindungsgefäße leiten sie über in die sog. Übergangsgefäße. Diese stellen weit verzweigte, vielfach miteinander kommunizierende Bluträume dar, deren Wandungen der Selbständigkeit entbehren und nur aus strukturloser Bindesubstanz mit eingestreuten Kernen gebildet werden. Im Mantelrand und Fuß nehmen sie bei enormer Erweiterungsfähigkeit den Charakter von Schwellgeweben an; durch sie werden alle Organgewebe von Blut durchtränkt, so daß ihnen gewissermaßen zugleich die Funktionen des Lymphgefäßsystems zukommen. Aus den Übergangsgefäßen gelangt die Blutflüssigkeit in ein zweites System von Hohlräumen, die bereits als Teile der rücklaufenden Blutbahnen, also als venöse Bluträume aufzufassen sind. Diese frei in der Leibeshöhle liegenden Bluträume sind durch bindegewebige Membranen voneinander geschieden, kommunizieren aber durch besondere, an diesen Membranen ausgebildete Poren miteinander. Ein solcher venöser Blutraum findet sich im Kopfteil, zahlreiche liegen im Eingeweideknäuel zwischen den einzelnen Organen, andere umhüllen die Geschlechtsorgane und deren Anhangsorgane.

Aus diesen venösen Bluträumen gelangt das Blut dann endlich erst durch kurze Verbindungsäste in die eigentlichen Venengefäße (vgl. Fig. 35). Diese setzen sich im wesentlichen aus zwei Hauptstämmen zusammen. Der eine derselben, als Hauptvene (Vena magna, *vm*) be-

zeichnet, beginnt am Apex der Eingeweidespirale, verläuft am inneren Rand der Spirale nach abwärts, tritt von hinten her in die Lungenhöhle ein und folgt als rechte Randvene (*rv*) dem oberen Rand des Enddarms bis in die Nähe des Atemlochs, wo er scharf umbiegt und dem vorderen Mantelrand parallel nach links hin weiter zieht. Die Hauptvene empfängt ihr Blut durch zahlreiche Seitenzweige von der Leber und den übrigen Eingeweiden; von ihnen ist einer, der unterhalb des Enddarms nach hinten zieht, durch seine besondere Stärke ausgezeichnet (*sv*). Der zweite Venenstamm, die Columellarvene, ist sehr viel kürzer, er sammelt das Blut aus den unteren und vorderen Körperteilen, wendet

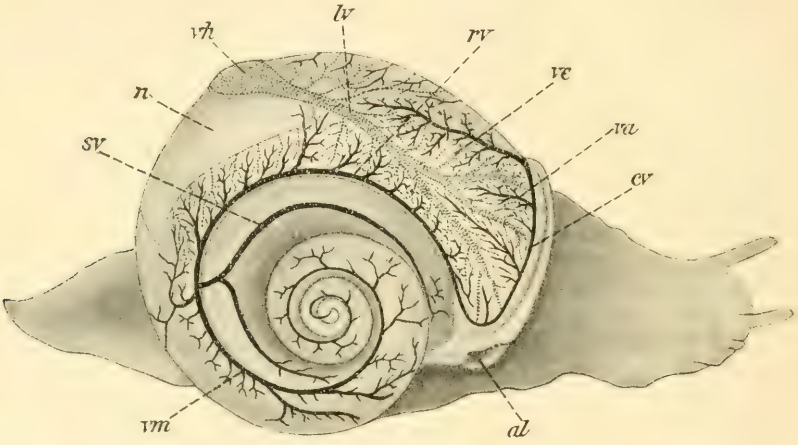


Fig. 35. Venöses Gefässystem der Weinbergschnecke. Der Körper ist nicht geöffnet, sondern nur aus der Schale herausgelöst. Alle schwarz gehaltenen Gefäße enthalten venöses, alle punktierten arterielles Blut. (Nach Milne-Edwards et Valenciennes, 1849.) *al* Atemloch, *cv* venöses Ringgefäß, *lv* Lungenvene, *n* Niere, *rv* rechte Randvene, *sv* Seitengefäß der Hauptvene, *va* zuleitende, *ve* ableitende Gefäße der Lunge, *vh* Herzvorhof, *vm* Hauptvene.

sich nach dem linken Rand der Lungenhöhle hin, läuft an demselben als linke Randvene entlang und erreicht schließlich ebenfalls den vorderen Lungenrand, wo er sich mit der von rechts kommenden rechten Randvene vereinigt. Durch diese Vereinigung wird ein fast die ganze Lunge umziehender venöser Gefäßring (Circulus venosus, *cv*) geschlossen. Und dieser Gefäßring, der also von den beiden Randvenen und ihrem vorderen Verbindungsgefäß gebildet wird, führt nun das gesamte Blut des Fußes und der Körperhöhlen der Lunge zu. Und zwar gehen von ihm zuleitende Lungengefäße (Vasa afferentia, *va*) ab, die sich vielfach verästeln und schließlich in ein sehr engmaschiges Netz von Übergangsgefäßen einmünden. Aus diesen gehen dann wieder die ableitenden

Lungengefäße (Vasa efferentia, *ve*) hervor, die sich schließlich in einem einzigen großen Hauptgefäß, der Lungenvene (Vena pulmonalis, *lv*), vereinigen. Auf seinem Wege durch die zu- und ableitenden Lungengefäße ist das vorher venöse Blut durch Aufnahme von Sauerstoff wieder arteriell geworden, in diesem Zustande wird es nun von der Lungenvene dem Vorhof und weiter der Herzkammer zugeführt, worauf der Kreislauf von neuem beginnt. Auf die besonderen Verhältnisse der Nierengefäße wird bei der Betrachtung dieses Organsystems näher einzugehen sein.

Die Venen stellen zumeist ebenfalls wohlgesonderte Gefäße dar, auch bei ihnen wird die Wandung von einer durch bindegewebige Grundsubstanz zusammengehaltenen Muskellage dargestellt. Nur ist diese Muskularis schwächer als bei den Arterien ausgebildet.

In diesem geschlossenen Gefäßsystem zirkuliert also nun das Blut. Dasselbe stellt eine farblose bis opale Flüssigkeit dar, die aber an der Luft sehr bald unter Annahme eines bläulichen Tons nachdunkelt. Dieser letztere Vorgang beruht auf der Oxydation eines im Blute enthaltenen Albuminoids, des Hämocyanins, welches bei Zusatz von Alkohol aus dem Schneckenblut ausfällt. Von festen Elementen treten im Blut nur Amöbocyten auf, freie Zellen mit kurzen Pseudopodien und lichtbrechenden Körnchen sowie einem kleinen Kern im Inneren. Sie vermehren sich durch direkte Kernteilung. — Das Blutquantum im Körper einer erwachsenen Weinbergschnecke ist ein recht beträchtliches, es mag etwa 7 ccm betragen.

Durch den Blutkreislauf werden aber nun nicht nur die aus der aufgenommenen Nahrung gewonnenen Nährstoffe im Körper verteilt, es wird vielmehr durch ihn noch eine zweite, für lebendes Gewebe unentbehrliche Substanz den Organen des Körpers zugeführt, nämlich der Sauerstoff. In einem besonderen Organ, der Lunge, nimmt das Blut diesen Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft auf — es wird dadurch arteriell, wie man zu sagen pflegt —, auf seinem Wege durch die Gefäße gibt es dann diesen Sauerstoff an die Gewebe ab und belädt sich zugleich mit der vom Körpergewebe abgeschiedenen Kohlensäure — es wird nun venös, wie man sich jetzt ausdrückt. Durch die Venen wird es endlich in die Lunge zurückgeführt, es entledigt sich hier seiner Kohlensäure, nimmt von neuem Sauerstoff auf und beginnt in diesem Zustande den Kreislauf von neuem. Alle diese Vorgänge werden als **Atmung** zusammengefaßt, ihre Organe werden wir nun etwas näher betrachten müssen.

Das eigentliche respiratorisch tätige Gewebe liegt auf der Innenfläche des Daches der Lungenhöhle, jenes besonderen Raumes, der auf der Rückenfläche des Schneckenkörpers zwischen Schale und Körperwand sich einschiebt und von dessen topographischen Beziehungen oben

bereits ausführlich gesprochen wurde (vgl. S. 4). Es nimmt diese Atemfläche den größten Teil des Daches der Lungenhöhle ein (vgl. Fig. 2, 4, 34, 35), sie zerfällt in zwei ungleiche Hälften, die in bezug auf das Relief ihrer Oberfläche ein durchaus verschiedenes Verhalten zeigen. In dem rechten, dem Enddarm benachbarten Abschnitt erheben sich zahlreiche Falten und Leisten, sog. Trabekel, in welche die baumartig verästelten Lungengefäße eingebettet sind, der links gelegene Abschnitt besitzt dagegen eine glatte, nur von zarten Gefäßen durchzogene innere Oberfläche. Durch zahlreiche eingelagerte graue oder schwarze Pigmentzellen erscheint die ganze Lungenfläche entsprechend getönt.

Seinem feineren histologischen Aufbau nach zeigt das Respirationsgewebe überall im wesentlichen die gleichen Verhältnisse (vgl. Fig. 36). Die äußere Begrenzung der Lungenwand bildet das Körperepithel (ep_I), dem nach außen hin unmittelbar die Schale aufliegt, nach innen hin eine

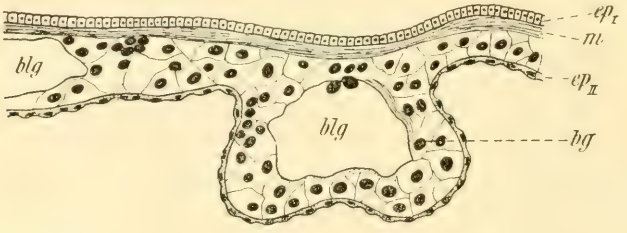


Fig. 36. Querschnitt durch die obere Lungenwand von Helix (nemoralis) im Bereich eines Trabekels. (Nach L. Cuenot, 1891.) *bg* spongiöses Gewebe, *blg* Blutgefäße, ep_I äußeres Körperepithel. ep_{II} inneres Lungenepithel, *m* Ringmuskelschicht.

Lage von Ringmuskelfasern (*m*) sich anfügt. Die innerste Begrenzung der Lungenwand wird von einem stark abgeplatteten Pflasterepithel (ep_{II}) dargestellt, und der Zwischenraum zwischen diesen beiden Epithelien ist von einem eigenartigen spongiösen Bindegewebe (*bg*) ausgefüllt, in welches die Lungengefäße (*blg*) in Form von Lakunenräumen eingebettet sind. Im Bereiche der Trabekel erreichen Bindegewebe wie Blutgefäße eine besondere Mächtigkeit. Durch die von Pflasterepithel und spongiöser Substanz gebildeten dünnen durchlässigen Wände hindurch findet dann der Gasaustausch statt, indem das durchströmende Blut Sauerstoff aus der Lungenhöhle aufnimmt und seine Kohlensäure abgibt. Eine besondere Bedeutung besitzt das spongiöse Gewebe noch insofern, als in ihm der Bildungsherd der im Blut vorhandenen Amöbocyten zu suchen ist. Es wäre somit zugleich als eine Art Lymphdrüse aufzufassen.

Der Boden der Lungenhöhle, der zugleich die obere Wand der darunter gelegenen eigentlichen Körperhöhle darstellt, wird von einer glatten Membran eingenommen, deren zahlreiche Muskelfasern in zwei Systemen angeordnet sind. Die oberflächlich gelegenen verlaufen in der Längsrich-

tung des Tieres und ziehen vom vorderen Mantelrand bis in die Gegend des Herzens; das zweite System ist senkrecht dazu geordnet, seine viel zahlreicheren und stärkeren Fasern entspringen von den seitlichen und hinteren Partien des Mantelrandes und ziehen quer zum gegenüberliegenden Rand der Lungenhöhle hinüber. Es entsteht so eine mächtige Muskelplatte, die namentlich rechterseits sehr stark entwickelt ist, wogegen sie nach links hin schließlich in eine dünne Membran ausläuft. Nach der Lungenhöhle hin bildet sie zumeist eine konvex gekrümmte Oberfläche, von oben her bedeckt sie, wie schon gesagt, die Eingeweide.

Die Verbindung der Lungenhöhle mit der Außenwelt wird hergestellt durch das rechts gelegene Atemloch oder Pneumostom (vgl. Fig. 1, 4, 35). Dasselbe wird von zwei Lippen begrenzt, von denen die obere über die kleinere ventrale vorspringt und sie überdeckt. Öffnen und Schließen wird durch eingelagerte Muskelfasern bewerkstelligt.

Der Mechanismus der Atmung, wie er sich aus dem geschilderten Aufbau ergibt, ist nun folgender. Im ruhenden ausgeatmeten Zustande liegen obere und untere Lungenwand dicht einander auf, das Atemloch ist weit geöffnet. Der sodann auf den Ruhezustand folgende Vorgang der Einatmung beruht im wesentlichen auf Lageverschiebungen der Lungenwände. Doch sind diese in sehr ungleicher Weise daran beteiligt, da sie eine recht verschiedene Beweglichkeit besitzen. Die obere Lungenwand liegt dicht der Schale auf und vermag wohl infolge reichlicher Schleimabsonderung längs der Fläche derselben hin und her zu gleiten, kann sich aber nicht von derselben abheben. Die untere muskulöse Lungenwand dagegen vermag sehr beträchtliche Lageverschiebungen auszuführen, indem sie bei eintretender Kontraktion ihrer Muskelfasern sich bei fixierten Randpartien aus der gekrümmten Fläche in eine plane Ebene umwandeln kann. Dabei preßt sie die unter ihr gelegenen Eingeweide nach unten und schafft so, indem sie sich zugleich naturgemäß von der oberen Lungenwand abhebt, einen hohlen Raum innerhalb der Lungenhöhle. In diesen strömt nun die äußere Luft ein, und sobald dies geschehen ist, schließt sich das Atemloch völlig. Erschlafft nun die untere Lungenwand wieder, so preßt sie mit ihrer wieder hergestellten konvexen Oberfläche die eingeschlossene Luft unter beträchtlichem Druck gegen die respiratorische Deckenfläche und fördert so den hier einsetzenden Gasaustausch. Wenn dann nach einiger Zeit das Atemloch sich wieder öffnet, so strömt die verbrauchte Luft mit deutlich wahrnehmbarer Gewalt aus. Nach einiger Zeit wiederholt sich der ganze Vorgang von neuem unter erneuter Senkung der unteren Lungenwand. Letztere spielt also bei dem Prozeß des Atemholens eine Rolle, welche physiologisch durchaus mit der Funktion eines Zwerchfells zu vergleichen ist. Die Atembewegungen erfolgen im übrigen in ganz unregelmäßigen Intervallen, während des Winterschlafs werden sie völlig eingestellt.

9. Kapitel

Das Exkretionsorgan

Bei der Umsetzung der durch das Blut den Körpergeweben zugeführten Nährstoffe ergeben sich Abfallprodukte, die wieder aus dem Körper entfernt werden müssen, da sie für denselben unbrauchbar, ja schädlich sind. Die Ableitung dieser Produkte übernimmt gleichfalls die zirkulierende Blutflüssigkeit; das Organ, in welchem sie definitiv in Form von Harn abgeschieden und weiter nach außen geleitet werden, stellt die **Niere** dar.

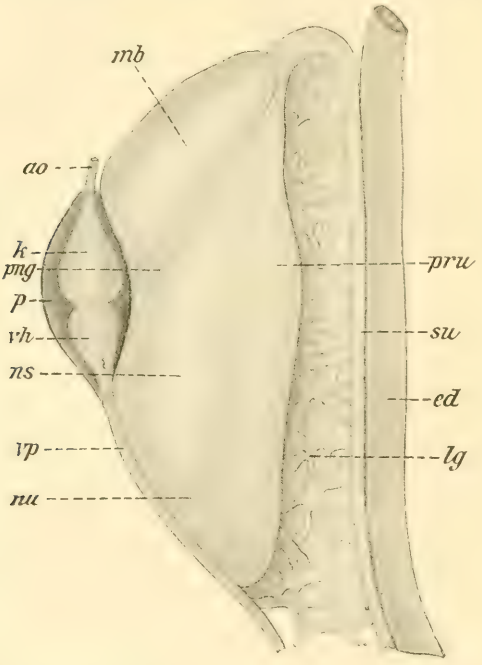


Fig. 37. Übersichtsbild des Herz-Nierenkomplexes der Weinbergschnecke, von der Innenseite gesehen. (Nach Stiasny, 1903). *ao* Aorta, *ed* Enddarm, *k* Herzkammer, *lg* Lungentrabekel, *mb* verdünnte Wand der Niere an der Stelle, wo sie Leber und Darm dicht anliegt, *ns* Nierensack, *nu* Kommunikationsstelle zwischen Nierensack und primärem Harnleiter, *p* das eröffnete Perikard, *png* Pericardialnierengang, *pru* primärer Harnleiter, *su* sekundärer Harnleiter, *vh* Herzvorhof, *vp* Lungenvene.

Die Niere liegt als ein gelblich- bis grauweiß gefärbtes Organ in dem hinteren Abschnitt der Lungenhöhle, vom Dache derselben als ein massiger Körper in die freie Höhlung herabhängend. Ihrem äußeren Umriß nach (vgl. Fig. 37) erscheint sie als ein langgestrecktes, ungleichseitiges Dreieck, dessen spitzester Winkel nach vorn gerichtet ist. Die längste Seite

verläuft dem Enddarm in einigem Abstand parallel, die kürzeste liegt dicht der Leber auf, die dritte grenzt an den Perikardialraum. Die gegen die Lungenhöhle vorspringende Fläche ist abgerundet, die gegen Perikard und Leber gewendete dagegen stark abgeplattet. Innerlich stellt der so

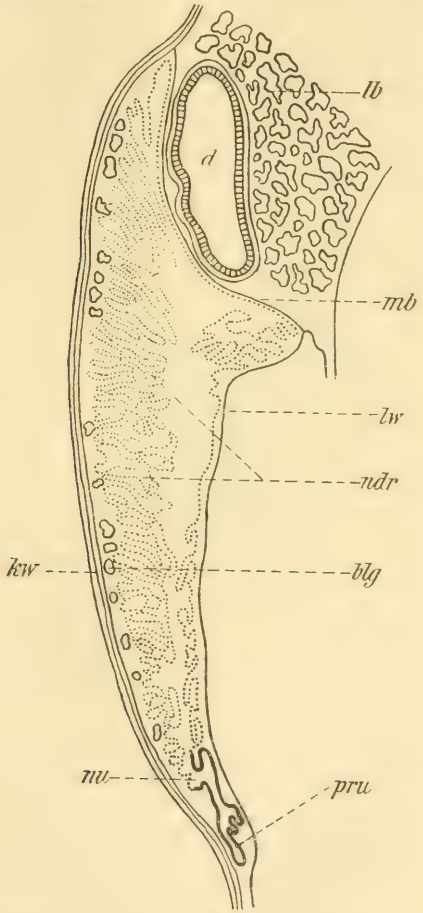


Fig. 38. Längsschnitt durch den Nierensack der Weinbergschnecke. (Nach Stiasny, 1903.) *blg* Blutgefäße, *d* Darm, *kw* äußere Körperwand, *lb* Leber, *lw* Lungenwand, *mb* verdünnte Wand der Niere an der Stelle, wo sie Leber und Darm anliegt, *ndr* Nierenlamellen, *nu* Kommunikationsstelle zwischen Nierensack und primärem Harnleiter, *pru* primärer Harnleiter.

umschriebene Nierenkomplex kein völlig einheitliches Organ dar, insofern neben dem eigentlichen sekretorisch tätigen Nierensack auch noch Teile der Ausführwege in ihm enthalten sind.

Der eigentliche Nierensack wird von dem Abschnitt gebildet, welcher in dem von Perikard und Lungenvene auf der einen, von Leber und Darm auf der anderen Seite gebildeten Winkel liegt, er nimmt den bei weitem größeren Teil des ganzen Komplexes für sich in Anspruch. Sein Inneres ist fast ganz von dem sezernierenden Gewebe der Wandung erfüllt, da diese sich in zahlreiche lamellös ausgebildete Falten legt und mit diesen weit in das Nierenlumen vorspringt. Letzteres geschieht allerdings in den verschiedenen Regionen der Niere in verschieden hohem Maße (vgl. zum folgenden Fig. 38). Am stärksten ausgeprägt ist die Lamellenbildung an der Fläche der Niere, welche der äußeren Körperwand und der Schale zugewendet ist, nur schwach entwickelt ist sie in dem an die Lungenhöhle und an das Perikard angrenzenden Teil, sie fehlt völlig nach Darm und Leber hin. An dieser Stelle wird der Nierensack nur von einer ganz dünnen, durchsichtigen Membran (*mb*) begrenzt, die aus dem einfachen Nierenepithel und einer ganz dünnen, durchsichtigen Bindegewebsschicht gebildet wird.

Nach zwei Seiten hin steht der Nierensack mit seiner Umgebung in offener Kommunikation. Zunächst nach innen mit dem Perikardialraum durch den Perikardialnierengang (Fig. 37, *png*). Derselbe beginnt in der Perikardwand gegenüber der Herzkammer mit trichterartig erweiterter Öffnung, verengt sich von hier aus zu einem mit flimmerndem Zylinderepithel ausgekleideten Kanal und durchsetzt als solcher schließlich die Nierenwandung. Die Wimpern des Ganges sind stets nach dem Nierenlumen hin gerichtet.

Eine zweite Öffnung des Nierensackes liegt an der nach vorn gerichteten Nierenspitze (Fig. 37 und 38, *nu*). Dieselbe führt unter Vermittlung eines kurzen Kanälchens, dessen Wandung ein einfaches, weder drüsiges noch flimmerndes Epithel aufweist, über in einen schlauchförmig erweiterten platten Kanal, der bereits dem ausführenden System angehört und als primärer Harnleiter (*pru*) bezeichnet wird. Er liegt dem Nierensack dicht an und läuft an der Wand desselben entlang vom Vorder- bis zum Hinterende, wobei er sich allmählich etwas verschmälert. Seinem Äußeren nach ist er leicht von dem eigentlichen Nierensack zu unterscheiden. Er sieht einmal dunkler aus, und dann legt sich seine aus einem einfachen Zylinderepithel zusammengesetzte Wandung in niedrige Falten, welche nach außen hindurchschimmern und eine netzartige Zeichnung hervorrufen (vgl. Fig. 37). Am hinteren Ende der Niere geht dann der primäre Harnleiter über in den sekundären[1]) Harnleiter (*su*), der sich in scharfer Biegung nach vorn wendet und als enges, rundliches Rohr dem Enddarm dicht anliegend bis zum vordersten Abschnitt der Lungenhöhle

[1]) Die Unterscheidung zwischen primärem und sekundärem Harnleiter beruht auf entwicklungsgeschichtlichen Tatsachen, insofern der primäre Harnleiter gleichzeitig mit der Niere als ein besonderer Gang angelegt wird, der sekundäre Harnleiter dagegen aus einer auf dem Boden der Mantelhöhle sich ausbildenden und nachträglich erst zu einem Rohr sich schließenden Rinne hervorgeht.

zieht. Kurz vor dem After trennt sich dann der Harnleiter von dem Enddarm und läuft in eine weite, deutlich zweilippige Rinne aus, die sich etwas nach links wendet und bis zum oberen Rand des Atemloches fortsetzt.

Eine Betrachtung des histologischen Aufbaus der Niere wird uns gleichzeitig mit ihrer physiologischen Funktion etwas näher bekannt machen. Der eigentliche Nierensack wird von einem durchaus einschichtigen Epithel ausgekleidet, welches zu den oben bereits kurz erwähnten Lamellen zusammengefaltet ist. Diese Lamellen stellen dünne, meist senkrecht zur äußeren Nierenwand gestellte Blätter dar, welche von beiden Seiten her mit exkretorisch tätigem Drüsenepithel bekleidet sind und im

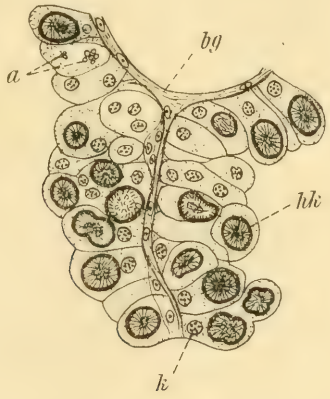


Fig. 39. Schnitt durch eine Nierenfalte der Weinbergschnecke. (Nach Schoppe, 1897.) *a* in Bildung begriffene Harnkügelchen, *bg* fasriges Stützgewebe, *hk* Harnkonkremente, *k* Kern der Nierenzellen.

Inneren durch von außen eindringendes faseriges Bindegewebe ein besonderes Stützsystem erhalten (vgl. Fig. 39, *bg*). Die Nierenzellen sind alle durchaus gleichartig gebaut, sie sind zylindrisch gestaltet und enthalten in ihrem grobkörnigen Protoplasma einen runden bis ovalen, zumeist basalwärts gelagerten Kern. Ihr besonderes Gepräge erhalten sie durch die eingelagerten gelblichgrauen, glänzenden Harnkonkremente (*hk*). Dieselben treten zuerst in der Zelle als kleine Körnchen auf, wachsen dann in Verbindung mit mehr oder weniger umfangreichen Vakuolen beträchtlich heran und bestehen nach vollendeter Ausbildung aus einem organischen, in konzentrischen Lagen um einen dichteren Kern angeordneten Substrat, dem eine chemische, bald als Harnsäure, bald als Guanin beschriebene Substanz eingelagert ist. Letztere ruft die radialfasrige Struktur der Konkremente hervor. Von den meisten, gewöhnlich bei der Konservierung tierischen Gewebes angewandten Reagentien werden die Harnkügelchen aufgelöst, und an ihrer Stelle findet sich dann im Inneren der Zelle ein

Hohlraum. Als eine Methode, sie zu erhalten, wird Konservierung mit absolutem Alkohol oder mit Alkohol-Chloroform-Eisessig bei nachfolgender Färbung mit Eisenhämatoxylin-Eosin angegeben.

Diese zunächst in den Nierenzellen abgelagerten Exkretstoffe werden von letzteren schließlich in das Nierenlumen weitergegeben. Das Ausstoßen erfolgt nicht, wie man gelegentlich annahm, durch Ablösung der ganzen Zelle, sondern in der Weise, daß entweder größere feste Körper durch Platzen der äußeren Zellwand in das Nierenlumen entleert werden, oder aber dadurch, daß Exkretvakuolen kleinere Bläschen mit festem oder flüssigem Inhalt nach außen abschnüren. Während des Winterschlafs unterbleibt die Ausstoßung der Exkretprodukte. Die Nierenzellen füllen sich dann über und über mit kristallinischen Harnkügelchen an, ihre Zellgrenzen verwischen sich, und es entsteht so eine Art von Synzytium. Die Niere ist so zu einem Speicherorgan für die Harnstoffe geworden.

Die an den Nierensack sich anschließenden Harnleiter haben mit der eigentlichen Exkretion wohl kaum noch etwas zu schaffen, sie dienen eben in erster Linie als Ausführwege. Etwas komplizierter stellt sich noch der histologische Aufbau des primären Ureters dar. In seinem Anfangsteil liegen zunächst kubische Zellen mit niederem Flimmmerbesatz, weiterhin aber treten diese zurück und machen zwei besonderen Zellformen Platz, sog. Kalottenzellen mit langen Cilien und dazwischen gelegenen zylindrischen Deckzellen. Im sekundären Harnleiter schwinden schließlich die Kalottenzellen, und es treten nur einfache Zylinderzellen mit mächtigem Kutikularsaum auf.

Einer besonderen Erwähnung bedarf endlich noch das perinephridiale Parenchym, welches die Niere umhüllt und besonders im Inneren der Falten sich mächtig ausdehnt. Seine Grundlage bildet ein strukturloses Fasergeflecht, in welches Bindegewebszellen, Ganglienzellen und endlich verschiedenartige Parenchymzellen drüsigen Charakters eingelagert sind. Eine ganz besondere Bedeutung gewinnt aber dieses Parenchym dadurch, daß in sein Gewebe die Bluträume eingebettet sind, von denen aus die durchströmende Blutflüssigkeit die in ihm enthaltenen Exkretstoffe an die Nierenzellen abgibt. Diese Bluträume sind Teile eines besonderen, die Niere durchziehenden Gefäßsystems. In dem zwischen Niere und Enddarm gelegenen Raum gelangt das venöse Blut aus der großen Hauptvene zunächst in die Vasa afferentia, wird von hier in Übergangsgefäßen verteilt und arteriell gemacht und sammelt sich sodann wieder in Vasa efferentia, die nun in die Niere eintreten (vgl. hierzu Fig. 34, lg_1). Sie verteilen sich hier zunächst in einem oberflächlichen, stark verästelten Gefäßnetz und dringen dann von diesem aus in die Lamellen der Nierenwandung ein, auf solche Weise den eben erwähnten Bluträumen der Lamellen die Blutflüssigkeit zuführend. Letztere sammelt sich dann, nachdem sie ihre Exkretstoffe an die Nierenzellen abgegeben hat, wieder in abführenden Gefäßen, diese schließen sich weiter zu einem kurzen Venenstamm zusammen, der aus der Niere austritt und in die Lungenvene kurz

vor ihrem Übergang in den Herzvorhof einmündet. Besonders zu beachten ist, daß, wie aus der eben gegebenen Schilderung des Nierenkreislaufs hervorgeht, der Exkretionsprozeß sich nur an arteriell gewordenem Blut abspielt.

Daneben wird die Niere noch von einem zweiten Orte aus mit Blut versorgt. Aber dieses Blut hat mit dem Exkretionsvorgang nichts zu tun, sondern es dient einzig und allein zur Versorgung der Niere mit Nährsubstanzen und Sauerstoff, deren das Nierengewebe so gut wie jedes Organgewebe bedarf. Zugeführt wird dieses Blut durch die Nierenarterie, die bald als ein Nebenast der Leberarterie, bald als ein Zweig der Genitalarterie sich darstellt und mit zahlreichen Endästchen auf der Niere sich ausbreitet.

Der frisch ausgeschiedene Harn der Weinbergschnecke sieht weißlich aus und bildet eine weiche, breiige Masse, die beim Trocknen rein weiß und bröckelig wird.

10. Kapitel

Die Geschlechtsorgane und ihre Betätigung

(Begattung, Eiablage)

Die Geschlechtsorgane stellen den kompliziertesten Organkomplex des Schneckenkörpers dar, sie nehmen den größten Teil der inneren Leibeshöhle für sich in Anspruch, so daß sie beim Öffnen derselben, in voluminösen Massen hervorquellend, in allererster Linie die Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Ehe wir in die Einzelbetrachtung eintreten, wird es von Vorteil sein, zur vorläufigen Orientierung kurz die einzelnen Abschnitte des ganzen Komplexes aufzuzählen und an der Hand der nebenstehenden Figur (Fig. 40) in ihrem allgemeinen Zusammenhange zu charakterisieren.

Was die geschlechtliche Organisation des Schneckenkörpers im besonderen auszeichnet, das ist, daß wir hier die Organe beider Geschlechter in demselben Individuum nebeneinander gelegen, zum Teil sogar eng miteinander verschmolzen antreffen. Die Schnecken sind also nicht getrennten Geschlechts wie die meisten höheren Tiere, sondern sie sind Zwitter, und jedes Individuum besitzt sowohl männliche wie weibliche Geschlechtsorgane, vermag sowohl Eier wie Samenfäden zu erzeugen, vermag zu empfangen und zu befruchten.

Als Ausgangspunkt wählen wir die Zwitterdrüse (*zw*), die nahe der Spitze der Spiralwindungen in die Leber eingebettet liegt und die Produktion der Geschlechtszellen, der männlichen Samenfäden und der weiblichen Eier, übernimmt. Von ihr geht als vielfach geschlängelter Kanal der Zwittergang (*zg*) ab, der die reifen Geschlechtsprodukte zunächst in eine kleine, langgestreckte Tasche, in die Befruchtungstasche (*bt*) überführt, wo die Befruchtung der Eier erfolgt. Die Befruchtungstasche mündet

weiterhin in ein voluminöses, vielfach gefaltetes Rohr, in den Eisamenleiter. Letzterer führt in dem einen seiner beiden Abschnitte (*od*), der zugleich an seiner Spitze die Mündung der überaus umfangreichen Eiweißdrüse (*ew*) aufnimmt, die befruchteten Eier nach außen und bildet mit

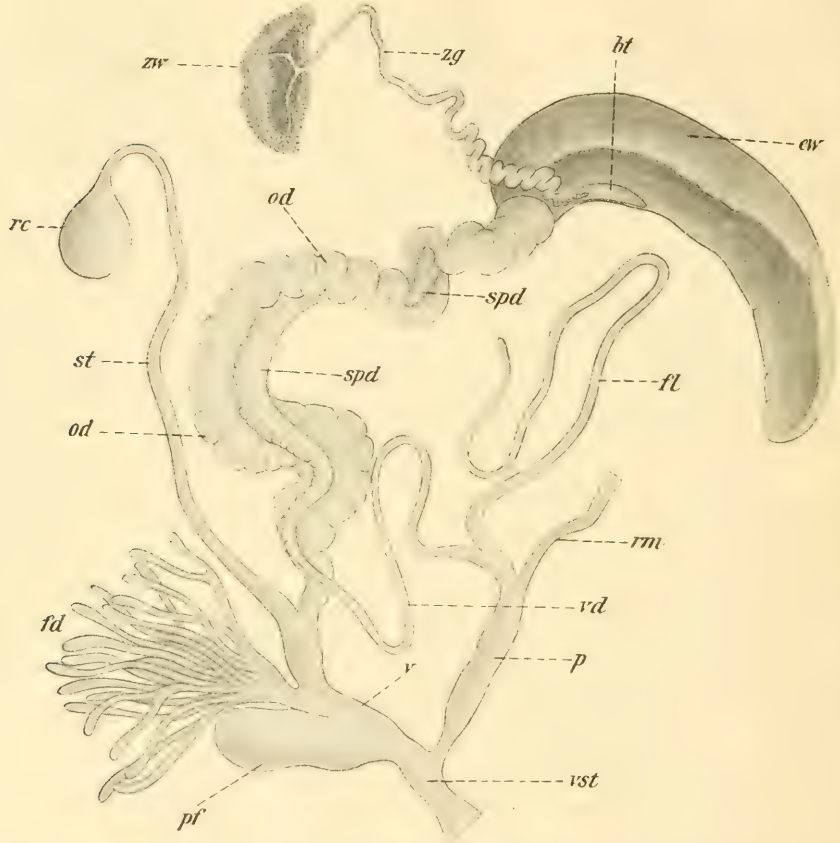


Fig. 40. Übersichtsbild des gesamten Geschlechtsapparates der Weinbergschnecke. (Etwas modifiziert nach Baudelot, 1863.) *bt* Befruchtungstasche. *ew* Eiweißdrüse, *fd* fingerförmige Drüsen, *fl* Flagellum, *od* Eileiter. *p* Penis, *pf* Pfeilsack, *rc* Receptaculum seminis. *rm* Retraktormuskel des Penis, *spd* Samenleiter, *st* Stiel des Receptaculums, *v* Vagina, *vd* Vas deferens, *vst* Geschlechtsatrium, *zg* Zwittergang, *zw* Zwitterdrüse.

seinem zweiten, rinnenartig entwickelten Abschnitt den Weg für die Samenfäden (*spd*). Beide Ausführwege trennen sich im vorderen Körperabschnitt der Schnecke, die Samenrinne schließt sich zu dem männlichen Ausführgang, dem Vas deferens (*vd*), das in den männlichen Begattungs-

apparat übergeht, bestehend aus dem Penisrohr (*p*), dem Retraktormuskel desselben (*rm*) und einem besonderen peitschenförmigen Anhang, dem Flagellum (*fl*). Der Eileiter setzt sich fort als kurzes, selbständiges Rohr, nimmt seitlich das langgestielte Receptaculum seminis (*rc* + *st*) auf, welches den bei der Begattung übertragenen Samen des fremden Tieres empfängt, und geht dann schließlich über in die weibliche Scheide oder Vagina (*v*). Auch hier finden sich besondere Anhangsorgane in den fingerförmigen Drüsen (*fd*) und in dem Liebespfeilsack (*pf*), der ein geschlechtliches Reizorgan in dem Liebespfeil enthält. Die Vagina mündet schließlich in einen Vorraum (Vestibulum, *vst*) aus, der auch die Mündung

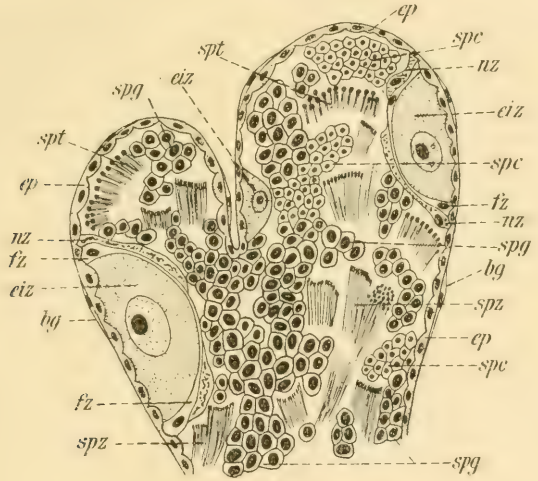


Fig. 41. Durchschnitt durch einen kleinen Teil der Zwitterdrüse der Weinbergschnecke. (Nach E. Korschelt und K. Heider, Lehrbuch der vergl. Entwicklungsgeschichte, 1902, und nach Ancel, 1903.) *bg* Bindegewebshülle, *eiz* Eizellen, *ep* indifferente Wandzellen, *fz* Follikelzellen, *nz* Nährzellen, *spc* Spermatocyten, *spg* Spermatogonien, *spt* Spermatiden, *spz* Spermatozoen.

des Penisrohres aufnimmt und auf der rechten Kopfseite durch die äußere Geschlechtsöffnung nach außen führt.

Wir wenden uns nunmehr zunächst der Betrachtung der einzelnen Abschnitte des Genitalapparates im Ruhezustande zu, so wie sie sich etwa bei der Präparation einer abgetöteten Schnecke darbieten.

Die Zwitterdrüse (Fig. 34 und 40, *zw*) liegt nahe der Spitze der Körperspirale, tief vergraben in das Parenchym der Leber, deren konkave Seite sie einnimmt. Sie setzt sich aus zahlreichen länglichen, durch ziemlich resistentes Bindegewebe zusammengehaltenen Follikeln zusammen, die durch ihre weißliche Farbe leicht von dem braunen Lebergewebe zu unterscheiden sind. Die Follikel bringen in ihrem Inneren die Geschlechtsprodukte zur Entwicklung, und zwar gleichzeitig sowohl die

männlichen wie die weiblichen. Auf jugendlichen Stadien besteht die Zwitterdrüse zunächst noch aus einem Aggregat indifferenter Epithelzellen mit länglichen Kernen. Dieselben vermehren sich sehr stark durch indirekte Kernteilungen und ordnen sich schließlich zu einem Wandbelag der inzwischen ausgebildeten Follikel an. Und hier findet nun die weitere Differenzierung statt. Ein Teil der Wandzellen bildet sich unter bedeutender Größenzunahme zu Ursamenzellen um, als solche charakterisiert durch einen rundlichen, bläschenförmigen Kern, der ein spärliches Chromatingerüst und mehrere Nukleolen aufweist. Aus den Teilungen der Ursamenzellen gehen unmittelbar die Spermatogonien (Fig. 41, *spg*) hervor, die sich durch etwas geringere Größe auszeichnen, sich von der Wand des Follikel loslösen und das Innere der Geschlechtsdrüse erfüllen. Sie vermehren sich sehr bedeutend und treten in die sog. Reifungsteilungen ein, durch welche die normale Zahl der Kernfäden oder Chromosome auf die Hälfte reduziert wird. Bisher wurde die normale Chromosomenzahl stets mit 24 angegeben, neuere Untersuchungen wollen diese Zahl verdoppelt wissen. Während der Reifeteilungen erfahren die männlichen Geschlechtszellen, die man auf diesem Stadium als Spermatocyten (*spc*) bezeichnet, eine weitere Größenreduktion und wandeln sich schließlich nach vollendeten Reifeteilungen, also nach erfolgter Halbierung der Chromosomenzahl, in Spermatiden (*spt*) um. Und nun erst beginnen sie die Umbildungen zu zeigen, welche zur Ausgestaltung der definitiven Form des Samenfadens führen (vgl. Fig. 43). Aus dem Kern der Spermatidenzelle bildet sich durch starke Verdichtung der Kopf mit seinem Spitzenteil heraus, aus dem Plasma und einem besonderen Achsenfaden geht unter bedeutender Streckung der Schwanz des Spermatozoons hervor, während von Elementen des Centrosomas ein Kopf und Schwanz verbindendes Mittelstück geliefert wird. In Bündeln vereinigt erfüllen die reifen Spermatozoen das Innere der Zwitterdrüse. Sie sind alsdann fadenförmig und zeichnen sich vor allem durch ihre für Samenfäden sehr bedeutende Größe aus, insofern sie bei nur $^2/_{1000}$ mm Breite eine Länge von nicht weniger als einem ganzen Millimeter aufweisen. Morphologisch lassen sich an ihnen drei Abschnitte unterscheiden, eine vordere Region als Kopf, eine mittlere als Hals und eine hintere als Schwanz (vgl. Fig. 42). Der Kopfabschnitt ist langgestreckt, konisch und von rundem Querschnitt. Die eigentliche Spitze (k_1) wird von einem zarten homogenen Spitzenstück gebildet, während weiter hinten die Oberfläche des Kopfes spiralig gedreht erscheint (k_2). Der Hals (*h*), das Verbindungsstück zwischen Kopf und Schwanz, ist sehr kurz, kaum $^1/_{1000}$ mm lang, zylindrisch und völlig durchsichtig. Er stellt ein förmliches Gelenkglied dar, insofern an dieser Stelle durch Exartikulation leicht eine Trennung von Kopf und Schwanz herbeigeführt werden kann, so wie sie nach dem Eindringen des Samenfadens in die Eizelle nötig wird. Der Schwanz ist der weitaus längste Abschnitt. Er besteht aus einem leicht spiralig gedrehten Achsenzylinder (*ac*), der von einer ebenfalls spiraligen, röhren-

artigen Scheide (*s*) umhüllt wird. Nach vorn, gegen den Hals hin, verdickt sich der Achsenzylinder etwas und läuft hier in einen kleinen zahnartigen Fortsatz aus, der in das Halsstück hineinragt. Nach dem Hinterende hin verjüngt sich dagegen der Achsenzylinder etwas und hört schließlich stumpf

Fig. 42. Samenfaden einer Weinbergschnecke. (Nach A. Bolles Lee, 1904.) Um die natürlichen Größenverhältnisse des Samenfadens darzustellen, müßte bei der gewählten Vergrößerung der Schwanzabschnitt etwa einen halben Meter lang gezeichnet werden. $k_{1,2}$ die beiden Kopfabschnitte, *h* Halsabschnitt; *ac* Achsenzylinder, *ek* Endknopf, *s* Scheide des Schwanzabschnittes.

mit einem Endknopf (*ek*) auf. Von der äußeren, den Achsenzylinder umhüllenden Scheide endlich wäre noch zu bemerken, daß sie auf ihrer Innenseite von einem nur durch besondere Färbemethoden sichtbar zu machenden Spiralband begleitet wird.

Fast gleichzeitig mit der Ausbildung der Spermatozoen vollzieht sich im Inneren der Zwitterdrüse auch die Differenzierung der weiblichen Geschlechtszellen. Eine Wandzelle nimmt, ohne irgendwelche Teilungen durchzumachen, ständig an Größe zu und erscheint schließlich als Eizelle (*eiz*) mit sehr umfangreichem Protoplasmakörper und bläschenförmigem, durch einen großen Kernkörper ausgezeichneten Kern. Entsprechend ihrer sehr viel bedeutenderen Größe ist die Zahl der Eizellen beträchtlich geringer als die der Samenzellen, man sieht sie überall vereinzelt zwischen den mannigfachen Entwicklungsstadien der Spermatozoen liegen, stets der Wand der Zwitterdrüse mit einer abgeplatteten Seite

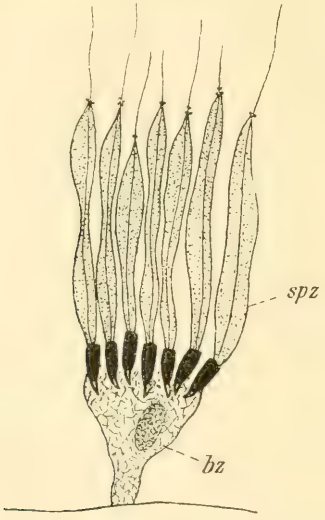


Fig. 43. Büschel von reifenden Samenfäden, einer Basalzelle aufsitzend. (Nach Prowazek, 1902.) *bz* Basalzelle, *spz* Samenfäden.

fest angepreßt. In der Umgebung jeder Eizelle differenzieren sich ferner besondere Zellelemente der Wandung zu schützenden Hüllzellen des Eies, zu sog. Follikelzellen (*fz*), welche sich mit plasmatischen Fortsätzen weithin ausdehnen und die Eizellen mit einem dünnen Belag völlig überziehen.

Als letzte Zellenart trifft man in der Zwitterdrüse endlich noch Nährzellen an. Dieselben bilden sich dadurch aus indifferentem Zellenmaterial der Geschlechtsdrüse heraus, daß sie in ihrem Zellplasma Fettropfen anhäufen. Als solche Elemente stellen sie dann einmal die sog. Basalzellen dar, welche der Wand der Zwitterdrüse aufsitzen und an welche Bündel von Spermatiden und Spermatozoen herantreten, um sich mit ihrem Kopfstück in das Plasma einzusenken und daraus Nährstoffe an sich zu ziehen

(Fig. 43, *bz*). Erst nach fast vollendeter Ausbildung lösen sich die Spermatozoen von der Basalzelle los, dabei häufig deren Plasmakuppe mit sich nehmend, worauf dann völliger Zerfall eintritt. Ein anderer Teil der Nährzellen legt sich dicht den Eizellen an und umschließt dieselben über den Follikelzellen als eine zweite Hüllschicht (Fig. 41, *fz*). Sie geben dabei ihre Nährstoffe an die Eizelle ab und können später sogar direkt in das Innere der Eizelle einverleibt werden, wo sie dann der vollen Auflösung verfallen.

Die einzelnen Läppchen der Zwitterdrüse münden in kleine Gänge, diese verschmelzen zu stärkeren, die bereits auf der Außenfläche der Zwitterdrüse sichtbar werden (vgl. Fig. 40), und vereinigen sich endlich zu einem einzigen engen Kanal, dem Zwittergang (*zg*). Derselbe besitzt eine nicht unbeträchtliche Länge, erweitert sich allmählich etwas während seines Verlaufes und legt sich in zahlreiche zickzackförmig an-

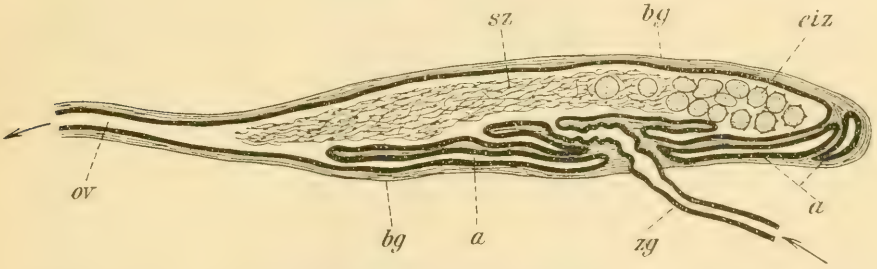


Fig. 44. Längsschnitt durch die Befruchtungstasche zur Zeit der Befruchtung der Eier. (Nach Meisenheimer, 1907.) Vergr. 24fach. *a* schlauchförmige Ausstülpungen der Befruchtungstasche, *bg* bindegewebige Hülle, *eiz* Eizellen, *ov* Gang nach dem Eileiter hin, *sz* Samenzellen, *zg* Zwittergang.

geordnete Windungen, die durch eine bindegewebige Scheide fest verbunden sind. Seine Wände sind dünn und durchscheinend, von einem flimmernden Epithel ausgekleidet, das Innere zumeist von weißlichen Samenmassen erfüllt.

Der Zwittergang strebt nach der Eiweißdrüse hin. Sobald er an dieselbe herangetreten ist, beginnt er sein Lumen wieder sehr beträchtlich zu verengen und mündet nun in einen zylindrischen Körper ein, der zum größeren Teil von den Drüsenfollikeln der Eiweißdrüse umschlossen ist (Fig. 40, *bt*). Der feinere Aufbau dieses Körpers ist ein recht komplizierter (vgl. Fig. 44). Am freien Ende ist er abgerundet, am entgegengesetzten, nach dem Ovidukt hingewendeten verjüngt er sich sehr bedeutend und führt schließlich in engem Gang unmittelbar in den Eileiter (*ov*) über, von dem er gewissermaßen ein Divertikel darstellt. Sein Inneres wird zum größten Teil von einem langgestreckten, zu bestimmten Zeiten von Eizellen (*eiz*) und Samenfäden (*sz*) erfüllten Hohlraum eingenommen, in welchen etwa in der Mitte seiner der Eiweißdrüse abgewendeten Be-

grenzungswand der Zwittergang (*zg*) unter knäuelartiger Auftreibung seines Endabschnittes einmündet. Weiter treten auf der gleichen, von der Eiweißdrüse abgewandten Seite schlauchförmige Ausstülpungen (*a*) auf, welche sich dem Hauptkörper in seiner Längsrichtung anschmiegen und mit demselben durch eine bindegewebige Hülle (*bg*) zu einem äußerlich einheitlich erscheinenden walzenförmigen Organ fest verbunden sind. Alle Teile, der Hauptraum wie die Nebenschläuche, sind von Flimmerepithel ausgekleidet. Aus Gründen, die wir erst später (vgl. S. 112) erörtern werden, wollen wir diesen zylindrischen Körper als Befruchtungstasche bezeichnen.

Die eigentliche Fortsetzung des ausführenden Gangsystems bildet weiterhin der Eisamenleiter, doch nimmt derselbe an seinem obersten Ende die Mündung einer besonderen Anhangsdrüse, der Eiweißdrüse, auf, und diese wollen wir nun zunächst betrachten. Es stellt dieselbe auf dem Höhepunkt ihrer Entwicklung ein weißliches, langgestrecktes Organ von Form eines Halbzylinders dar, dessen eine Fläche fast plan und dessen andere stark konvex gekrümmt erscheint (Fig. 40, *ew*). Durchzogen wird die Drüse ihrer ganzen Länge nach von einem weiten Zentralkanal, der in fast gerader Richtung das Organ nahe der planen Fläche von der Spitze bis zur Basis durchläuft und unmittelbar in den Eileiter übergeht. Von allen Seiten her münden in den Zentralkanal durch feine ovale Öffnungen Sekretkanäle ein, die ihrerseits in drüsigen Blindsäcken enden. Es stellt also die ganze Eiweißdrüse eine zusammengesetzte tubulöse Drüse dar, deren einzelne Läppchen von zarten Bindegewebshäutchen umschlossen und sehr fest aneinander gefügt sind. Die eigentliche Sekretion geht von sehr voluminösen, prismatisch gestalteten Drüsenzellen aus, welche die Wandungen der Blindsäckchen zusammensetzen und im Sommer, wo sie stark angeschwollen sind, zahlreiche kugelige Granulationen enthalten, die nach dem Lumen der Ausführgänge hin entleert werden. Das Sekret selbst ist stark eiweißhaltig, es enthält in seiner Trockensubstanz 50 % Nukleo-Albumine. Während des Winters verliert die Eiweißdrüse sehr beträchtlich an Volumen, sie stellt dann nur ein unscheinbares flaches Gebilde dar.

Der Eisamenleiter (Spermovidukt, Fig. 40, *od* + *spd*, Fig. 34, *spo*) leitet von den eben besprochenen, in den Eingeweideknäuel eingeschlossenen Geschlechtsteilen über zu den im vorderen Körperabschnitt gelegenen Kopulationsorganen. Er ist etwa 5—6 cm lang und zerfällt schon bei oberflächlicher Betrachtung in zwei dicht nebeneinander herlaufende Abschnitte. Der eine derselben besitzt eine weite, stark ausgebuchtete und gefaltete Wandung, er stellt den Eileiter (Ovidukt, *od*) im engeren Sinne dar; der zweite Abschnitt ist schmäler, fein gefältet, meist von etwas gelblicher Färbung gegenüber dem mehr weißlichen Ovidukt, in ihm haben wir den Samenleiter (Spermatodukt, *spd*) vor uns. Diese Zweiteilung des Ausführgangs entspricht eben durchaus der gleichzeitigen Produktion der beiderlei Geschlechtszellen in derselben Geschlechtsdrüse. Der Ovidukt (vgl. nun Fig. 45, *od*) besitzt im Inneren ein sehr

weites Lumen, durch welches die Eier bei der Eiablage hindurchgleiten. Ausgekleidet ist er von einem Flimmerepithel, zwischen dessen Elementen die Ausführgänge zahlreicher tubulöser Drüsen gelegen sind, die als ein mächtiger Hüllmantel den ganzen Eileiter umschließen (Fig. 45, *dr*). Sie ergießen ihr körniges Sekret in den Ovidukt und besitzen die Eigenschaft, im Wasser stark aufzuquellen. — Der Samenleiter (*spd*) stellt in seinem ganzen Verlaufe eine Rinne dar, welche gegen das Lumen des Ovidukts sich öffnet. Diese Rinne ist ausgekleidet von einem im Vergleich zum Eileiterepithel bedeutend höheren Flimmerepithel, sie weist ferner an ihrer

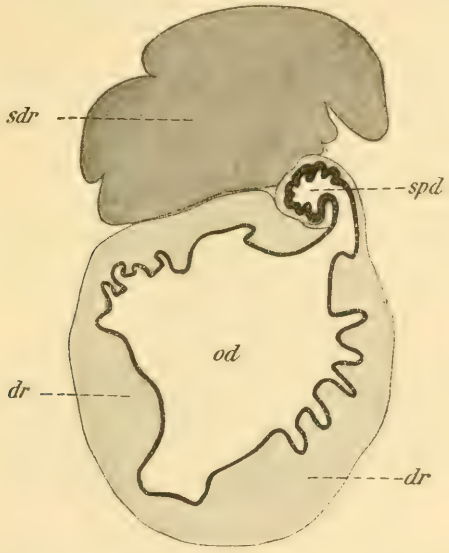


Fig. 45. Querschnitt durch den Eisamenleiter der Weinbergschnecke. *dr* Drüsenmantel des Eileiters (*od*), *sdr* Drüsenband des Samenleiters (*spd*).

Außenfläche ganz außerordentlich mächtig entwickelte azinöse Drüsenfollikel (*sdr*) auf, welche sie in ihrem ganzen Verlaufe als langes gefaltetes Band begleiten. Das Sekret dieser Drüsen ergießt sich durch zahlreiche Ausführgänge unmittelbar in das Lumen der Samenrinne. Sie stellt den Weg der Samenfäden dar.

Im vorderen Körperabschnitt trennen sich endlich die beiden solange vereinigten Abschnitte des Eisamenleiters. Der Oviduktkanal wird selbständig und zieht als engerer Schlauch zur Vagina (*v*), in die er ohne allzu scharfe Grenze übergeht. Die Samenrinne schließt sich zu einem allseitig umwandeten Rohr, das Drüsenband schwindet, und so geht aus dem Samenleiter das Vas deferens (*vd*) als enges, etwa 3 cm langes Rohr hervor. Dasselbe windet sich zwischen den übrigen im vorderen Körperabschnitt gelegenen Organen hindurch und tritt schließlich in

den Penisschlauch (*p*) an dessen hinterem Ende ein. Es hat sich also nun eine völlige Scheidung von weiblichen und männlichen Organen vollzogen, beide werden wir nun getrennt behandeln müssen.

Im weiblichen Abschnitt schließt sich an den Ovidukt die einen langgestreckten Schlauch darstellende Vagina an, welche innen von einem regelmäßigen Epithel ausgekleidet, außen von einem kräftigen Muskelmantel umzogen ist. An ihr treten dreierlei verschiedene Anhangsorgane auf, das langgestielte Receptaculum seminis, die fingerförmigen Drüsen und der Liebespfeilsack.

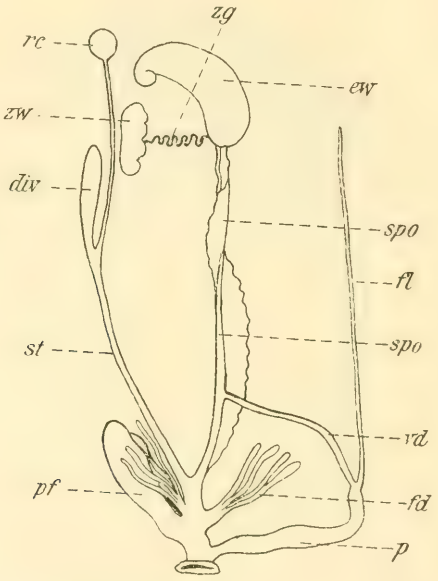


Fig. 46. Geschlechtsapparat von Helix àsemnis Brg., mit einem wohlausgebildeten Divertikel (*div*) am Stiel (*st*) des Receptaculums (*rc*). Die übrigen Bezeichnungen wie in Fig. 40. (Nach Schuberth, 1892.)

Der Samenbehälter (Receptaculum seminis, Fig. 40, *rc*), welcher den bei der Begattung vom Partner übertragenen Samen vorläufig aufzunehmen hat, besteht aus einem langen, nach oben hin sich allmählich etwas verjüngenden Stiel und einem diesem Stiel aufsitzenden birnförmigen Bläschen. Der Stiel ist im Innern vielfach gefaltet, als Auskleidung weist er ein hohes Drüsenepithel auf, als äußerer Mantel umgibt ihn eine mächtige Ringmuskellage und ein schwächeres Längsmuskelsystem. Das Endbläschen besitzt genau den gleichen histologischen Bau, nur ist der Muskelbelag schwächer entwickelt und erhöht sich im Gegensatz dazu das Drüsenepithel zuweilen sehr beträchtlich. Letzteres scheint

sich dann in lebhafter sekretorischer Tätigkeit zu befinden, wie aus massenhaft ausgestoßenen Sekretbläschen hervorgeht. Zumeist ist der Stiel des Samenbehälters äußerlich ganz glatt, und nur zuweilen läßt sich etwa in der Mitte seines Verlaufs ein kleines seitliches Divertikel feststellen. Dieses Divertikel stellt eine vergleichend morphologisch recht interessante Erscheinung dar. Unserer Weinbergschnecke nahe verwandte Formen besitzen nämlich ein solches Divertikel in sehr vollendeter Ausbildung. Bei einer durchschnittlichen Länge des eigentlichen Rezeptakulumstieles von 4—6 cm schwankt die Länge des Divertikels von 3,5 cm Länge bei Helix vindobonensis bis zu 11 cm bei Helix aspersa oder gar bis zu 25,5 cm Länge bei Helix vermiculata. Fig. 46 möge als bildliche Erläuterung

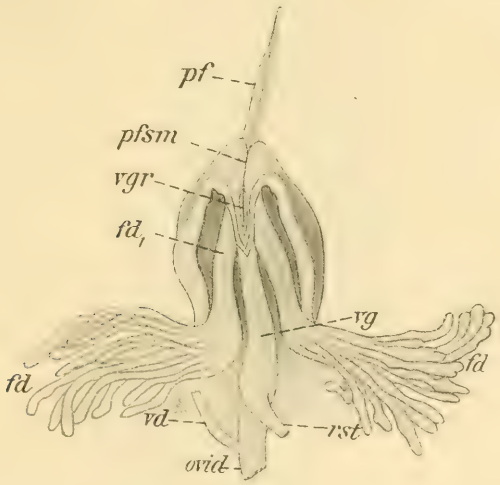


Fig. 47. Ausgestülpter Pfeilsack und Vagina der Weinbergschnecke. Die Außenwand ist entfernt und der vordere Teil der Vagina aufgeschlitzt. (Nach Meisenheimer, 1907.) *fd* fingerförmige Drüsen, fd_1 deren Ausführgang, *ovid* Eileiter, *pf* Liebespfeil, *pfsm* Mündung des Pfeilsackes, *rst* Stiel des Receptaculums, *vd* Vas deferens, *vg* Vagina, *vgr* schlitzförmige Grube in der Wand derselben.

eines solchen Divertikels (bei Helix asemnis) dienen. Anderen Schnecken fehlt dieses Divertikel stets, so Helix lutescens und Helix candicans. Und wieder bei anderen, und hierher gehört auch Helix pomatia, ist es zwar in der Regel nicht vorhanden, tritt aber doch gelegentlich noch auf. Zunächst hat man beobachtet, daß sein Auftreten mit dem Alter der Schnecken in Zusammenhang steht. Jugendliche Tiere, die auf dem Markte von Paris gekauft und untersucht wurden, besaßen fast alle noch ein Divertikel, vereinzelt bis zur Länge von einem Zentimeter, den größten und also ältesten Formen fehlte es dagegen fast stets. Es ist also wohl als ein in Rückbildung begriffenes, nur noch sporadisch auf-

tretendes Organ aufzufassen. Auch mit dem Wohnort der Schnecken scheint ein gewisser Zusammenhang zu bestehen. So beobachtete man, daß von fünf, aus Kremsmünster in Holstein stammenden Exemplaren drei ein Divertikel von 2 mm Länge besaßen. Bei Schnecken aus dem Norden Rumäniens wurde das Divertikel bei 50 % aller Schnecken, bei solchen aus dem Banat (Ungarn) gar bei fast 100 % angetroffen.

Ein zweites Anhangsgebilde der Vagina stellen die fingerförmigen Drüsen dar (Fig. 34 und 40, *fd*). Dieselben liegen als je ein Bündel langgestreckter Drüsenschläuche zu beiden Seiten des Vaginalrohres. Die Drüsenschläuche konvergieren alle nach einem für jedes Bündel besonders ausgebildeten Ausführgang (Fig. 47, fd_1), dabei fließen sie mit ihren unteren Enden immer mehr zusammen und nehmen an Zahl stetig ab, während der Durchmesser zunimmt. Die Ausführgänge selbst münden schließlich von beiden Seiten her in eine schlitzförmige Grube der Vaginalwandung ein (Fig. 47, *vgr*). Histologisch sind die fingerförmigen Drüsen in allen ihren Teilen völlig gleichartig gebaut. Im Inneren sind sie von einem hohen, sich unregelmäßig in das Lumen der Schläuche vorwölbenden Zylinderepithel ausgekleidet, außen werden sie von einem bis zu den freien Enden wohl ausgebildeten Muskelmantel umschlossen. Abweichend verhält sich nur der äußerste ausführende Abschnitt, der als ein kurzer, enger Gang die Verbindung mit dem Vaginalschlitz herstellt, er ist von niederem Plattenepithel umwandet. Das Lumen der Drüsenschläuche ist erfüllt von einer dünnflüssigen Sekretmasse, welche bei dem Begattungsvorgang eine bestimmte Rolle spielt (vgl. weiter unten, S. 103).

Als letztes Anhangsorgan der Vagina ist dann endlich noch der Liebespfeilsack (Fig. 40, *pf*) zu behandeln, der einen rundlichen Zylinder von 12—15 mm Länge und 4—5 mm Breite darstellt. Im Ruhezustande (vgl. Fig. 48) ist er im Inneren von einem engen zentralen Hohlraum durchzogen, der sich im Grunde erweitert und hier eine Papille (*pa*) umschließt, die Trägerin des Liebespfeils (*pf*). Ausgekleidet ist der Hohlraum von einem vielfach gefalteten hohen Zylinderepithel, welches auf der Papille eine besondere Mächtigkeit erlangt und hier von Radiärfalten durchzogen erscheint. Unmittelbar unter der Spitze der Papille liegt ein homogenes, von vereinzelten Fasern durchzogenes gallertartiges Gewebe, und hieran schließt sich ein Komplex drüsenartiger Elemente an. Die Hauptmasse des Pfeilsackes wird aber von der Muskulatur gebildet, sie ruft die außerordentlich dicke Wandung desselben hervor. Der gesamte Muskelmantel zerfällt in zwei wohlgeschiedene Lagen. Die bei weitem umfangreichere umgibt als eine mächtige Scheide das ganze innere Rohr des Pfeilsacks, von ihr abgeschieden ist im Grunde eine mehr kugelige Muskelmasse, welche die Papille umlagert und durch eine schalenförmige Zone stark gelockerten Fasergewebes (*a*) isoliert erscheint. Es findet sich derartig gelockertes Gewebe fernerhin noch unmittelbar unter der epithelialen Auskleidung des inneren Rohres (bei *b*) vor, was für die Mechanik des in Aktion tretenden Pfeilsackes von Wichtigkeit ist.

Zu bestimmten Zeiten ist in dem Inneren des Pfeilsackes das charakteristische Erzeugnis desselben, der Liebespfeil, anzutreffen. Derselbe wird von den Wandepithelien des Sackes, besonders aber wohl von der Papille abgeschieden und besteht aus der als Konchit bezeichneten Modifikation des Kalciumkarbonats. An ihm lassen sich zwei Abschnitte unterscheiden (vgl. Fig. 49), ein dolchartiger, langgestreckter Hauptteil und eine rundliche Fußkrone. Ersterer ist in seinem Inneren von einem Kanal (*h*) durchbohrt und trägt auf seiner Oberfläche vier stark vorspringende, schmale

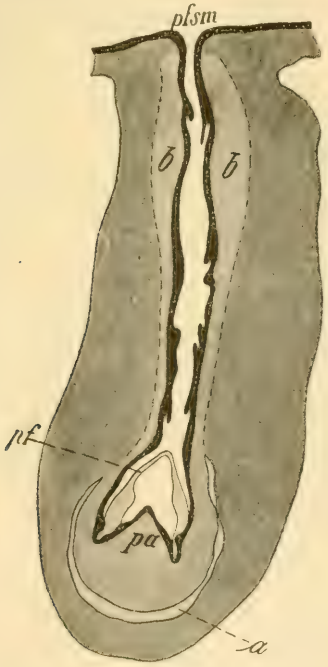


Fig. 48. Längsschnitt durch den Liebespfeilsack der Weinbergschnecke im Ruhezustande. (Nach Meisenheimer, 1907). *a* Trennungsschicht zwischen innerer Muskelpapille und äußerem Muskelmantel, *b* lockeres Gewebe in der Umgebung der inneren Pfeilsackwandung, *pa* innere Papille, *pf* Fußkrone des Liebespfeils, *pfsm* Mündung des Pfeilsacks.

Längskanten (*k*), die zur Bildung einer Spitze (*sp*) zusammenlaufen; die Fußkrone (*kr*) ist auf ihrer Oberfläche von zierlichen radiär angeordneten Längsleisten durchzogen und sitzt der erwähnten Papille auf. Die Länge des Liebespfeiles beträgt durchschnittlich etwa 1 cm.

Wie der Ovidukt zur Vagina überführt, so im männlichen Abschnitt das Vas deferens zum männlichen Begattungsglied, zum Penis (Fig. 40, *p*). Im ruhenden Zustande stellt sich derselbe äußerlich als ein

einfacher, an beiden Enden etwas verschmälerter Schlauch dar, der mit dem einen Ende an das Vas deferens anschließt, mit dem anderen in das Vestibulum einmündet. Seiner inneren Struktur nach erweist er sich aber als ein überaus kompliziertes Gebilde, das wir an der Hand des in Fig. 50 wiedergegebenen Längsschnittes etwas näher studieren wollen. Aus dem

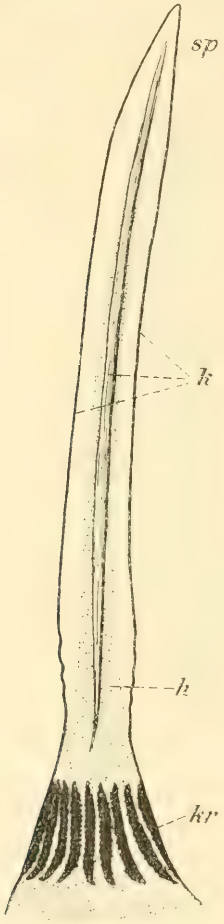


Fig. 49. Liebespfeil der Weinbergschnecke. Vergr. etwa 15fach. *h* der innere Hohlraum, *k* die Längskanten, *kr* Fußkrone, *sp* Spitze.

Geschlechtsvorraum (*at*) gelangen wir zunächst in einen vordersten Abschnitt (p_I), von dessen Grund sich ein kegelförmiger, an der Spitze durchbohrter Zapfen erhebt. Die Wände dieses Zapfens sowohl wie auch die ihm von außen dicht anliegenden Wände des vorderen Penisabschnittes sind in zahlreiche zierliche Ringfalten gelegt; von seiner Spitze führt ein überaus stark und unregelmäßig gefaltetes Rohr (p_{II}) von bedeutend ge-

ringerem Durchmesser nach innen und breitet sich schließlich wiederum zu einem erweiterten Raum (p_{III}) aus. Und dieser letztere trägt auf seinem Grunde eine zweite, gleichfalls durchbohrte Papille, von deren Spitze aus das Penisrohr sich von neuem einsenkt und weiter nach innen ziehend schließlich in das Vas deferens übergeht. Die vorderen Abschnitte des

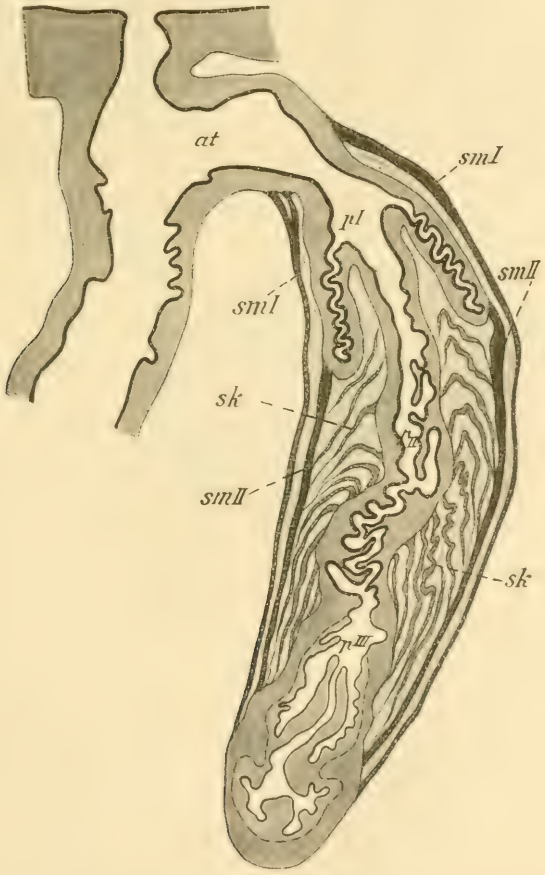


Fig. 50. Längsschnitt durch den Penis der Weinbergschnecke, in völlig eingestülptem Zustande. (Nach Meisenheimer, 1907.) *at* Geschlechtsatrium, p_{I-III} die einzelnen Abschnitte des Penisrohrs. *sk* Schwellgewebe des Penis, $sm_{I, II}$ die beiden Muskelscheiden des Penisrohrs.

Penisrohres sind gänzlich ausgekleidet von einem mit sehr starker Kutikula versehenen Zylinderepithel, in den hinteren Räumen findet sich dagegen ein niederes Epithel ohne Kutikula. Ein Flimmerepithel fehlt allen diesen

Teilen durchaus. Die unmittelbare Unterlage der Wandepithelien des geschilderten inneren Penisrohres wird hergestellt durch eine starke muskulöse Hülle, welche in den hintersten Abschnitten durch eine Zone gelockerten Bindegewebes zurückgedrängt wird. Zu äußerst wird ferner das ganze Penisrohr von zwei mächtigen Hüllmuskeln umscheidet, von denen der äußere (sm_I) weit vorn an den Wänden des Geschlechtsatriums, der innere (sm_{II}) an der Basis des vorderen Zapfens entspringt. Die Insertionen beider Muskeln, die also scheidenartig das ganze innere Penisrohr umschließen, liegen nahe beieinander am Grunde des hinteren Penisabschnittes. Der Raum zwischen innerem Scheidenmuskel und Penisrohr wird ausgefüllt von einem System eigenartiger, aus Muskelfasern bestehenden Quersepten (*sk*), die vielfach in Falten gelegt erscheinen und den genannten Raum in eine größere Zahl übereinander gelegener Kammern zerteilen.

Äußerlich sitzt dem Penisschlauch als Ganzem auf einmal sein Retraktormuskel (Fig. 40, *rm*), der nahe seinem hinteren Ende entspringt

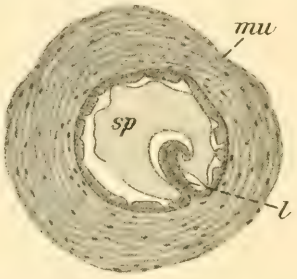


Fig. 51. Querschnitt des Flagellums der Weinbergschnecke. (Nach Meisenheimer, 1907.) *l* innere Längsleiste, *mu* äußerer Muskelmantel, *sp* Spermatophorensubstanz.

und zur seitlichen Körperwand hinüberzieht, und zweitens das Flagellum (*fl*), welches zugleich mit dem Vas deferens in das hintere Ende des Penisschlauches eintritt. Es stellt ein peitschenartig gestaltetes Organ von etwa 7 cm Länge dar, welches sich nach der Spitze hin allmählich verjüngt und hier schließlich mit einer knopfartigen Anschwellung endet. In seinem Inneren ist das Flagellum durchaus ausgekleidet von einem zylindrischen Drüsenepithel, welches sich an der einen Seite zu einer das ganze Flagellum durchlaufenden und im Querschnitt sichelförmig gebogenen Längsleiste erhebt (Fig. 51, *l*). Außen umgibt das ganze Rohr ein überaus mächtiger Ringmuskelmantel (*mu*). Die physiologische Leistung des Flagellums besteht in der Abscheidung der Spermatophorensubstanz, worauf wir später erst (vgl. S. 108) ausführlicher eingehen können.

Vagina und männliches Begattungsglied münden schließlich in einen gemeinsamen Vorraum aus, in das Geschlechtsatrium oder Vestibulum (Fig. 40, *vst*), welches nach innen jedem der beiden Geschlechts-

ausführgänge einen kurzen Schenkel entgegensendet, nach außen dagegen schließlich in der auf der rechten Kopfseite, ein wenig hinter und unter dem großen Tentakel gelegenen Geschlechtsöffnung sein Ende findet. Ausgekleidet ist das Atrium von einem einfachen Zylinderepithel, zwischen dessen Elementen die Ausführgänge zahlreicher in die Tiefe verlagerter Drüsenzellen zu finden sind. Eine derbe muskulöse Hülle verleiht dem Atrium den Charakter eines festen Hohlschlauches.

Gar nicht so selten sind anormale Bildungen an den Geschlechtsorganen und besonders an den äußeren Kopulationsorganen beobachtet worden. So fand man in einem Falle den ganzen Geschlechtsapparat in drei völlig voneinander getrennte Partien zerlegt. Eine Partie umfaßte Zwitterdrüse, Zwittergang und Eiweißdrüse, eine zweite enthielt den stark deformierten Pfeilsack, die fingerförmigen Drüsen und Vagina, eine dritte endlich die männlichen Kopulationsorgane und einen Teil des Vestibulums. Es waren also, wahrscheinlich durch Entwicklungshemmungen irgendwelcher Art, in Wegfall gekommen Eisamenleiter, Receptaculum seminis und innerer Abschnitt des Vestibuluims, und der natürliche Zusammenhang der einzelnen Komplexe mußte dadurch gestört werden. — Eine andere Abnormität betraf im wesentlichen die weiblichen Begattungsorgane. Das Geschlechtsatrium war nach außen abgeschlossen und stark aufgetrieben, durch eine Einschnürung ging es in die ebenfalls unnatürlich erweiterte Vagina über. Letztere wies nicht weniger als drei Pfeilsäcke auf verschiedenen Ausbildungsstufen und mit je vier, drei und zwei fingerförmigen Drüsen auf. Atrium und Vagina waren erfüllt von einer rötlichen Flüssigkeit, auch ließen sich in ihnen Reste von Eiern nachweisen, die eben nicht hatten abgelegt werden können. Der Penis mit seinen Anhängen war normal entwickelt, nur das Vas deferens war zurückgebildet und stellte einen kleinen blind endenden Fortsatz des Penis dar. — Weitere Fälle zeigten eine auffällige Vermehrung der männlichen Begattungsglieder. So wiederholten sich in einem Falle die auf der rechten Seite völlig normal entwickelten männlichen Begattungsorgane auf der linken Seite in voller Ausbildung. Der überzählige Penis war durchaus normal gestaltet, er mündete durch einen auf der linken Kopfseite gelegenen Schlitz nach außen und trug an seinem inneren Ende seine zugehörigen Anhangsorgane, Retraktormuskel und Flagellum. Auch ein überzähliges Vas deferens war vorhanden, doch endete dasselbe blind im subepidermalen Gewebe. Und wieder in anderen Fällen konnten gar drei Penisschläuche festgestellt werden, von denen jeder ein besonderes Flagellum aufwies, von denen aber nur einer normal funktionieren konnte.

Wir haben nunmehr alle Teile des so überaus komplizierten Geschlechtsapparates der Weinbergschnecke kennen gelernt, so wie sie sich bei der Präparation des Schneckenkörpers normalerweise darstellen. Zu einem vollen Verständnis der Funktion und Bedeutung der einzelnen Teile werden wir aber erst dann gelangen können, wenn wir sie im Augenblick ihrer Aktivität, bei der Begattung und bei der Eiablage, beobachten. Es

wird deshalb nötig sein, daß wir uns nun diesen Vorgängen im besonderen zuwenden, daß wir sie zunächst in ihren äußeren Erscheinungen studieren und diese dann mit dem inneren Aufbau der in Tätigkeit gesetzten Organe in Beziehung setzen.

Die äußeren Erscheinungen des Begattungsvorganges[1]) lassen sich am leichtesten im Frühsommer beobachten, im Mai und Juni, der Hauptbegattungszeit unserer Weinbergschnecke. Nur vereinzelt sind Schnecken in späterer Zeit, also in der zweiten Hälfte des Sommers und im Herbste in Kopula angetroffen worden. Besonders begattungslustig erscheinen die Schnecken bei oder nach einem warmen Regen.

Eine begattungslustige Schnecke ist in ihrem äußeren Benehmen unschwer aus ihren Genossen heraus zu erkennen. Sie kriecht langsam, wie suchend, umher, hält oft auf ihrem Wege an und verharrt dann längere Zeit mit etwas erhobenem Vorderkörper in halb zusammengekauerter Stellung. Treffen sich zwei solcher Schnecken zufällig, so beginnen sie sofort mit dem die Begattung einleitenden Liebesspiel. Sie richten sich zunächst hoch aneinander empor und nehmen damit die charakteristische gegenseitige Stellung ein, welche sie während des ganzen Vorganges beibehalten (vgl. Titelbild in der Mitte links). Die senkrecht emporgehobenen Fußsohlen beider Tiere sind einander zugekehrt und fest aneinandergepreßt, während die sich entsprechenden Seiten und Körperabschnitte vom Standpunkte des Beschauers aus eine entgegengesetzte Lagerung in bezug auf rechts und links aufweisen. Einen festen Stützpunkt für beide Schnecken geben einmal die hintersten, zumeist auf dem Boden ruhenden Fußabschnitte ab, sodann aber auch die Schalenwindungen, deren Spitze, vom Beschauer aus gerechnet, bei einem Tiere nach rechts, beim andern nach links gerichtet ist. Unablässig gleiten beider Fußsohlen aufeinander hin und her, verschieben sich unter starker seitlicher Neigung des Körpers gegeneinander und treffen wieder in der Mitte zusammen. In ständiger Bewegung und ferner die Mundlappen, die sich lebhaft gegenseitig betasten, in lebhaftem Spiel sind die übrigen Fühler begriffen, kurz, der ganze Organismus verrät allenthalben eine hochgradige Erregung. Dieses Vorspiel dauert indessen nur kurze Zeit, die Schnecken sinken bald wieder zusammen und nehmen nun eine eigentümliche zusammengekauerte Haltung ein, indem sie mit abgehobenem Vorderkörper und halb eingezogenen Fühlern fast bewegungslos einander gegenüber verharren, Fußsohle fest gegen Fußsohle gepreßt. Diese Ruhepause dauert eine Viertel- bis eine halbe Stunde; irgendein Hervortreten der Geschlechtsteile ist bis jetzt noch in keiner Weise wahrnehmbar.

Eine zweite Phase des Liebesspiels wird eingeleitet durch lebhaftes Aufrichten beider Schnecken, erneutes Hin- und Herwiegen der Körper

[1]) In der nachfolgenden Schilderung der Begattungsvorgänge schließe ich mich durchaus an eine Darstellung an, wie ich sie auf Grund zahlreicher eigener Beobachtungen vor einigen Jahren im 25. Bande der Zoolog. Jahrbücher gegeben habe.

und erneutes gegenseitiges Betasten der Mundtentakel. Sehr bald unterscheidet sich aber nun das Benehmen des einen Partners sehr auffallend von dem Verhalten des anderen. Sein Vorderkörper wird unter starkem inneren Druck mächtig aufgetrieben, und an der Stelle der Geschlechtsöffnung tritt auf der rechten Kopfseite ein weißliches gewölbtes Feld hervor. Die Schnecke biegt sodann ihren Vorderkörper in langsamer, überaus krampfhaft erscheinender Bewegung gegen die Flanke des Partners hin und dreht dabei die rechte Kopfseite mit der weißlichen Genitalpapille in der gleichen Richtung gegen dieselbe. Die Erregung kann von diesem Stadium an wieder abschwellen, worauf das betreffende Tier sich äußerst ermattet zeigt, tritt aber bald von neuem auf; und wenn dieser Vorgang sich mehreremal wiederholt, kann eine sehr beträchtliche Zeitspanne (bis zu zwei Stunden) für diese Phase aufgewendet werden.

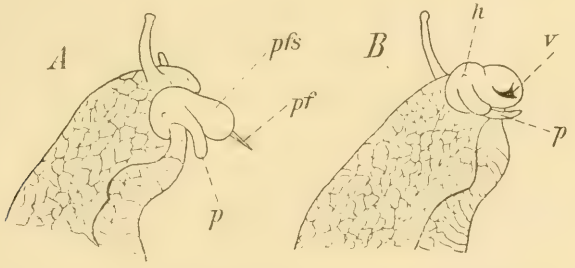


Fig. 52. Entfaltung und Anordnung der äußeren Begattungsteile der Weinbergschnecke. A beim Ausschleudern des Liebespfeils. B beim Begattungsakt. (Nach Photographien.) *h* kleiner Höcker an der Basis des Penis (*p*), *pf* Liebespfeil, *pfs* Pfeilsack, *v* Vaginalöffnung.

Plötzlich enden nun diese krampfhaften Bewegungen in einem starken und energischen Ruck des Vorderkörpers, an welchen sich unmittelbar die Entfaltung der Begattungsteile anschließt (Fig. 52 A). Es betrifft diese Entfaltung in der Regel nur die weiblichen Teile, d. h. Vagina und Liebespfeilsack (*pfs*), nicht dagegen oder nur in geringem Umfang das Penisrohr, welches bald nur durch eine Papille, bald durch einen kurzen, langsam sich ausrollenden Schlauch (*p*) angedeutet erscheint. Nie aber erfolgt jetzt schon die Ausrollung des Penisrohrs in der Weise, wie wir es später bei den Begattungsversuchen kennen lernen werden.

Unmittelbar nach der Vorstülpung des Liebespfeilsackes wird nun zunächst eine nicht unbeträchtliche Menge einer wäßrigen, weißlich aussehenden Flüssigkeit ausgeschleudert, und erst dann erfolgt das Vorstoßen des Liebespfeils. Der ganze Vorgang spielt sich unter ruckweisen Bewegungen des aktiven Tieres ab, nach seiner Beendigung und nach einer kürzeren Pause völliger Ermattung werden die noch entfalteten Geschlechtsteile unter wiederholtem Ein- und Ausrollen derselben wieder in den Körper zurückgezogen, so daß die äußere Geschlechts-

öffnung schließlich bald wieder ihr normales Aussehen angenommen hat. Das aktive Tier weist einen überaus hohen Ermattungszustand auf, sein ganzer Körper sinkt schlaff zusammen, zieht sich häufig fast ganz in die Schale zurück und verhält sich gegenüber allen Liebesäußerungen des Partners völlig indifferent.

Die Stelle, an welcher der Liebespfeil in den Körper des Partners eingestoßen wird, kann eine sehr verschiedene sein, da die krampfhaften Drehungen des aktiven Tieres seinen Körper bald gegen die rechte, bald gegen die linke Flanke, bald gegen die Fußsohle des Partners wenden. Meist bohrt sich der Pfeil in die Ränder der Fußsohle oder in diese selbst ein, und zwar nicht selten in seiner ganzen Länge, so daß diese Verletzungen nicht nur schmerzhaft sind, sondern direkt gefährlich werden können, und wenn sie die Leibeshöhle treffen, ein direktes Hervorquellen von Eingeweideteilen zur Folge haben können. In der Regel geht es nun freilich ohne derartige lebensgefährliche Verletzungen ab, stets aber zuckt das getroffene Tier unter deutlichen Schmerzäußerungen stark zusammen und zieht sich häufig in seine Schale zurück. Ganz ähnliche Erscheinungen sind auch bei anderen Schneckenarten beobachtet worden.

Nachdem das getroffene Tier den augenblicklichen Schmerz überwunden hat, zeigt es nun seinerseits sehr bald eine hohe geschlechtliche Erregung, die sich darin äußert, daß es entweder selbst sich anschickt, den Liebespfeil auszustoßen, oder aber daß es zahlreiche, rasch aufeinander folgende Begattungsversuche ausführt, auch wenn der ermattete Partner zunächst in keiner Weise darauf reagiert. Es geht also ein überaus großer geschlechtlicher Reiz von der Bereitung dieses physischen Schmerzes aus.

Zumeist stoßen nicht beide Schnecken gleichzeitig die Liebespfeile aus, wie bei anderen Arten (Helix nemoralis beispielsweise) Regel ist, sondern nacheinander, und das zweite Tier beginnt häufig erst dann mit den dazu erforderlichen einleitenden Körperbewegungen, wenn es seinerseits den Pfeil vom Partner bereits empfangen hat. Es dehnt sich diese Phase dann stundenlang aus und stellt hohe Anforderungen an die Geduld des Beobachters. Der Liebespfeil selbst bleibt zunächst in der Haut des getroffenen Tieres stecken, Muskelbewegungen der Körperwand befördern ihn dann wohl in den meisten Fällen wieder nach außen, worauf er abfällt und auf dem Boden liegen bleibt.

Das Ende der auf das Ausstoßen der Liebespfeile folgenden Ruhepause macht sich durch erneuten Beginn des Liebesspiels bemerkbar, wobei nunmehr beide Tiere deutliche Zeichen gleich starker Erregung aufweisen. Hoch sind die Körper emporgerichtet und gleiten auf den fest aneinander gepreßten, von Wellenbewegungen durchlaufenen Fußsohlen hin und her, heben sich häufig voneinander ab, um dann mit desto größerer Inbrunst wieder zusammenzutreffen, alles unter unablässigem gegenseitigen Betasten mit den Mundtentakeln. Alsbald ist die Erregung derart gesteigert, daß an der Stelle der Geschlechtsöffnung wiederum

ein weißliches Feld hervortritt, welches nunmehr deutlich männliche und weibliche Öffnung erkennen läßt. Erstere erhebt sich in Form eines kleinen, nach außen gekehrten Kegels, letztere stellt einen der Mittellinie zugewendeten länglichen Spalt dar (vgl. auf dem Titelbild in der Mitte links). Eine längere Zeit verstreicht während dieser unablässigen Liebkosungen, ohne daß irgendwelche weitere Veränderungen stattfänden, bis dann schließlich bei beiden Tieren mit einem Ruck die Begattungsteile zur Entfaltung kommen. Zur Ermöglichung der Begattung müssen beide Schnecken unmittelbar vor der Entfaltung ihre Vorderkörper derart aneinander vorbeischieben, daß dieselben sich kreuzen und die rechte Kopfseite des einen Tieres die entsprechende des anderen Tieres berührt, wodurch erst die Genitalöffnungen einander gegenüber zu liegen kommen. Nicht immer nehmen indessen die Schnecken eine derart günstige gegenseitige Stellung ein, im Gegenteil, in den meisten Fällen ist dieselbe so ungünstig, daß die sich ausrollenden Penisrohre ihr Ziel verfehlen und nicht in die Vagina eindringen. Auch erfolgt häufig, namentlich im Anfang dieser Begattungsversuche, die Ausstülpung der Begattungsteile nicht gleichzeitig bei beiden Tieren. Die Zahl dieser vergeblichen Versuche kann so eine sehr große werden, sie folgen immer häufiger aufeinander, die Ruhepausen zwischen denselben, welche zuerst durch einen Zustand allgemeiner Erschlaffung gekennzeichnet sind, werden immer kürzer, und so nähern sich die Tiere unter steigender Erregung immer mehr ihrem Endziel, dem wirklichen Begattungsakt.

Die geschilderten Begattungsversuche ermöglichen ein genaues Studieren der äußeren Vorgänge, welche mit der Entfaltung der Begattungsteile verbunden sind. An der Stelle der engen Geschlechtsöffnung auf der rechten Kopfseite tritt zunächst ein kleiner weißlicher Fleck hervor, der sich bald zu einem umfangreichen, länglichovalen Feld verbreitert. Am Außenrand erhebt sich sodann eine kleine kegelförmige Spitze, auf welcher die männliche Geschlechtsöffnung liegt, neben ihr wird am Innenrand der Spalt einer faltigen Hautgrube sichtbar, in deren Grund die Vaginalöffnung gelegen ist (vgl. Titelbild in der Mitte links). Das gesamte Genitalfeld wölbt sich wiederholt vor und schwillt wieder ab, eine ruckartige stärkere Ausdehnung leitet dann endlich die eigentliche Entfaltung ein. Der stumpfe Kegel, welcher die männliche Genitalöffnung trägt, wird durch einen Ringwulst von größerem Durchmesser ersetzt, und aus dem Zentrum dieses Wulstes erhebt sich das eigentliche Penisrohr. Seine Entfaltung erfolgt in zwei Phasen, indem zunächst ein umfangreicher Zylinder vorgeschoben wird und aus diesem sich sodann ein zweites engeres Rohr erhebt, so daß der Penis nach seiner Ausrollung das Aussehen eines Teleskops besitzt (vgl. Fig. 52 B, *p*). Die Ringfurche, welche die beiden Abschnitte des Penisrohres trennt, verstreicht dann sehr bald, und der Penis stellt nun ein gleichmäßig nach der Spitze hin sich verjüngendes Rohr dar, welches einer breiteren Basis aufsitzt. Am oberen Vorderrand dieser Basis tritt konstant eine scharf abgesetzte helle Papille (*h*) hervor. Die

Bewegung des sich entfaltenden Penisrohrs ist im allgemeinen eine sehr energische und der von seiner Spitze ausgeübte Druck ein recht bedeutender.

Das weibliche Genitalfeld erhebt sich ungefähr gleichzeitig zunächst in Form eines mäßig hohen, fast zitzenförmigen Kegels, aus dem dann Vagina und Pfeilsack in ähnlicher Weise vortreten, wie es beim Ausstoßen des Liebespfeils stattfand. Die Vaginalöffnung, welche also nunmehr auf einem stumpf walzenförmigen Vorsprung gelegen ist, wird auf der medianwärts gewendeten Seite von den beiden Lippen des Pfeilsacks, auf der gegenüberliegenden dagegen von einer umfangreichen, quergestellten und unpaaren Hautfalte begrenzt (Fig. 52 B, *v*). Die letztere schlägt sich unmittelbar nach der Entfaltung in einer charakteristischen, abwärts gerichteten Bewegung weit zurück und läßt so eine klaffende Öffnung entstehen, in welche der Penis leicht eindringen kann.

Verfehlen sich bei einem der oben geschilderten Begattungsversuche die beiderseitigen Begattungsorgane, so werden sie alsbald in den Körper zurückgezogen, ein Vorgang, der ziemlich schnell vor sich geht. Endlich aber befinden sich die Schnecken im Moment der Ausstülpung der Begattungsorgane einmal in der günstigen gegenseitigen Stellung, daß die Penisrohre auf die entsprechenden weit klaffenden Scheidenöffnungen treffen, und nun tritt die eigentliche Begattung ein. Einen leicht nach der Medianebene hin gerichteten Bogen beschreibend, senken sich die Penisschläuche in die Scheiden ein, welche in mächtiger Entfaltung der Bewegung des männlichen Gliedes entgegenkommen, bis dasselbe unter einigen Nachschüben bis zur Basis eingeführt ist. Während diese Vorgänge sich abspielen, führen die Schnecken mit ihren Köpfen eine leicht drehende Bewegung gegeneinander aus, welche die innige Vereinigung der beiderseitigen Geschlechtsteile noch erhöht. Im übrigen verhalten sich nun die Tiere bis auf leise Bewegungen der schlaff gewordenen Fühler völlig ruhig, und nur an den weißlich leuchtenden Geschlechtsteilen ist ein leichtes Auf- und Abschwellen zu beobachten.

Die Stellung während der Begattung ist nun folgende. Hoch aufgerichtet stehen sich beide Schnecken mit fest aneinander gepreßten Fußsohlen gegenüber, ihre Köpfe sind gegeneinander verschoben, so daß die rechten Seiten sich zugewendet sind, verbunden durch die weißliche Masse der Begattungsteile. Die letzteren sind derart angeordnet (vgl. zum folgenden Fig. 56), daß bei beiden Tieren am nächsten der Mundöffnung, auf der rechten Seite von derselben, die walzenförmige Vaginalpartie gelegen ist, nach außen davon die Basis des Penis, so daß also männliche und weibliche Teile kreuzweise einander gegenüberliegen. Durch die Wandung der Basis des Penis sieht man deutlich als weißliche Stränge Vas deferens und Flagellum hindurchschimmern und leichte Bewegungen ausführen. In diesem Zustand verharren die Schnecken nur kurze Zeit, etwa 4—7 Minuten, sodann beginnen sie sich wieder zu lösen. Bei anderen

Helix-Arten kann dagegen die eigentliche Kopula sehr viel länger dauern, bei Helix lactea beispielsweise genau eine Stunde.

Die Begattung ist also eine wechselseitige, und nur sehr selten kommt dieselbe einseitig zustande. Diese Wechselseitigkeit ist derart fixiert, daß selbst dann, wenn bei den Begattungsversuchen der Penis des einen Tieres in die Vaginalöffnung völlig normal eindringt, derjenige des Partners dagegen sein Ziel verfehlt, daß dann nicht von einem Tier die Begattung durch Abgabe der Spermatophore durchgeführt wird, sondern sofort sämtliche Begattungsteile zurückgezogen werden und die Begattungsversuche von neuem beginnen, bis dann endlich der normale gegenseitige Akt zustande kommt. Es erfolgt also die Auslösung aller Reflexe, welche zum Zustandekommen einer normalen Begattung nötig sind, in der Regel erst dann, wenn sowohl das aktive wie das passive Geschlechtsbedürfnis Genüge findet. Außerordentlich erschwert wird das Zustandekommen der normalen Begattung bei bedeutenden Größenunterschieden beider Partner, durchgeführt wird sie aber schließlich doch, wenn auch oft erst nach zahllosen Mißerfolgen. Unmöglich scheint die Begattung zwischen zwei entgegengesetzt gewundenen Schnecken (vgl. dazu weiter unten S. 130) zu sein, die Liebesspiele dehnen sich bei solchen tagelang aus, ohne schließlichen Enderfolg.

Die nach durchschnittlich fünf Minuten erfolgende Lösung beider Schnecken beginnt damit, daß sich zunächst die während der eigentlichen Begattung fest aneinander gepreßten Geschlechtsteile voneinander abheben, worauf dann ziemlich schnell die beiden männlichen Geschlechtsglieder aus den Scheidenöffnungen herausgezogen werden. Im übrigen aber befinden sich alle Teile zunächst noch in völlig ausgestülptem Zustande, die Vagina ausgezeichnet durch ihre weit klaffende Öffnung, der Penis durch wulstförmige Auftreibungen. Es beginnt nun alsbald der Penis sich unter fortwährender Änderung seiner Form lebhaft ein- und auszurollen, bald erscheint er nahezu völlig eingestülpt, bald entfaltet er sich wieder seiner ganzen Länge nach. Alle diese Bewegungen führen dazu, daß Penis und Vagina in zunehmendem Maße in den Körper zurückgezogen werden, bis die Ausstülpungsstelle nur noch durch ein umfangreicheres weißliches Feld bemerkbar ist, das endlich auch noch schwindet. Im ganzen dauert es etwa 10—15 Minuten, bis die Geschlechtsöffnung wieder ihr normales Aussehen angenommen hat.

Aber noch immer ist der Begattungsakt nicht völlig beendet. Beide Schnecken bleiben sich gegenüber sitzen, den hinteren Teil der Fußsohle noch fest aneinander gepreßt, mit dem vorderen Körperteil und den halb eingezogenen Kopfabschnitten weit voneinander abgehoben. Verbunden sind sie durch die Endfäden der Spermatophoren, welche noch immer von den männlichen zu den weiblichen Geschlechtsöffnungen hinüberziehen. Die Schnecken selbst sind völlig apathisch und bewegungslos geworden, kaum daß die Fühler leise Bewegungen ausführen, und nur an einer einzigen Stelle befindet sich das Äußere des Körpers in lebhafter

Tätigkeit, nämlich auf dem freien vorderen Fußabschnitt. Ununterbrochen laufen hier energische kopfwärts gerichtete Wellenbewegungen der freien Fußfläche entlang, sie können nur dazu dienen, die Beförderung der Spermatophoren, deren Endfäden der schleimigen Sohle dicht aufliegen, in die weiblichen Geschlechtsöffnungen zu erleichtern, indem sie den von der Muskulatur des Receptakulumstiels auf die Spermatophore ausgeübten Zug wirksam durch ihre vorwärts schiebende Bewegung unterstützen. Deutlich kann man das Vorwärtsgleiten der Endfäden auf den Fußsohlen beobachten, und nach 2—3 Stunden sind die Spermatophoren gänzlich in den Körper eingezogen. Aber noch immer verharren die Schnecken einige Stunden in dem Zustand völligster Erschlaffung bis sie sich endlich aufrichten und davonkriechen.

Während aller dieser Vorgänge, vom Beginn des Liebesspiels bis zum Ende des Begattungsaktes, weisen die Schnecken eine überaus große Teilnahmslosigkeit gegen ihre Umgebung auf. Man kann sie dabei aufheben und zur Beobachtung an einem anderen Ort niedersetzen, man kann sie aus Dunkelheit dem grellsten Lichte aussetzen, alles dies stört sie in keiner Weise in der Fortführung ihres Liebesspiels. Die übrigen Funktionen des Körpers vollziehen sich während des Liebesspiels in durchaus normaler Weise, namentlich ist häufig während desselben die Abgabe von Kot zu beobachten.

In den meisten Fällen scheint die Begattung von derselben Schnecke mehrere Male wiederholt zu werden, wenigstens findet man häufig die Reste mehrerer Spermatophoren in dem Receptakulum vor. Zuweilen beobachtete man, daß kaum 12 Stunden zwischen zwei aufeinander folgenden Begattungen gelegen waren.

Treffen nicht zwei, sondern drei begattungslustige Schnecken zusammen, so treten dieselben in den mannigfachsten Kombinationen miteinander in Beziehungen, insofern stets zwei das Liebesspiel ausführen und die dritte in eine der zahlreichen Ermattungspausen verfällt, bis sie sich von neuem aufrichtet, einen der Partner an sich zieht und mit ihm das Spiel fortsetzt. Die Kopula wird dann schließlich von den beiden Schnecken ausgeführt, deren Begattungsteile sich zuerst in der richtigen gegenseitigen Lagerung bei der Entfaltung befinden, die dritte geht leer aus. Von irgendeiner individuellen Auswahl bei der Begegnung dieser Zwitter kann also keine Rede sein.

Nach Kenntnis der äußeren Erscheinungen der Begattung sind wir nunmehr genügend vorbereitet, um die komplizierte **mechanische Betätigung und physiologische Funktion der Begattungsorgane** während dieser Vorgänge verstehen zu können. Als ersten Vorgang hätten wir das Ausstoßen des Liebespfeils zu untersuchen. Beteiligt sind an demselben Vagina, Pfeilsack und fingerförmige Drüsen. Wenn sich die äußere Geschlechtsöffnung zunächst zu einem weißlichen Feld ausdehnt, so bedeutet dies nichts anderes als eine Umstülpung der Wände des Geschlechtsatriums nach außen. In gleicher Weise stülpt sich dann weiter der

vorderste Abschnitt der Vagina aus, und damit wird zugleich der größere Teil des Pfeilsacks nach außen verlagert. Er ragt nun, von den Wänden der ausgestülpten Vagina überzogen, als ein länglicher walzenförmiger Körper über die Oberfläche der rechten Kopfseite vor. Auf der Spitze liegt die Mündung, die von zwei wohlausgebildeten Seitenlippen begrenzt wird und einen in der Längsrichtung der ganzen Vorwölbung gelegenen Schlitz darstellt. Den beiden Pfeilsacklippen gegenüber findet sich eine dritte, quer zu ihnen gelagerte Lippe, welche nach unten hin die eigentliche Vaginalöffnung begrenzt (vgl. Fig. 47). In dieser Stellung ist nun alles vorbereitet zum Ausschleudern des Liebespfeils. Demselben voraus geht stets das Ausstoßen einer nicht unbeträchtlichen Flüssigkeitsmenge, welche aus nichts anderem als dem Sekret der fingerförmigen Drüsen besteht. Letztere erscheinen in der Ruhelage, wie wir sahen, durchaus als Anhangsorgane der Vagina, im aktiven Zustande lassen sie aber eine ganz unzweifelhafte Zugehörigkeit zum Pfeilsack erkennen. Die schlitzförmige Öffnung des Pfeilsackes führt nämlich, wie Fig. 47 deutlich zeigt, auf der Seite, welche der Vagina zugewendet ist, weit in das Innere der letzteren hinein und läuft hier in eine längliche Grube (*vgr*) aus. Von beiden Seiten her treten an die letztere, wie bereits geschildert, die von einem mächtigen Muskelmantel umhüllten Ausführgänge der fingerförmigen Drüsen heran und öffnen sich schließlich mit feiner spaltförmiger Öffnung in dieselbe. Die Sekretmasse der Drüsen gelangt also zunächst in den erwähnten Schlitz, wird durch denselben bis zur Spitze des Pfeilsacks geleitet und verteilt sich von hier in dessen Innerem sowie in dem vorderen Vaginalabschnitt. Und wird nun das Lumen des Pfeilsacks unmittelbar vor dem Ausschleudern des Pfeiles stark zusammengepreßt und verengt, so muß naturgemäß zunächst die gesamte in ihm enthaltene Flüssigkeitsmenge herausgeschleudert werden, ganz entsprechend der tatsächlichen Beobachtung. Danach kann die physiologische Funktion dieser fingerförmigen Drüsen, die man bald mit der Bildung der Spermatophore, bald mit der Abscheidung der Kalkschale der Eier, bald mit der Ausgestaltung des Liebespfeils in Zusammenhang zu bringen versucht hat, nur darin erblickt werden, daß die von ihnen gelieferte wäßrige Flüssigkeit die Wände und Lippen des Pfeilsacks sowie des vorderen Vaginalabschnittes geschmeidig und schlüpfrig zu erhalten hat, wodurch das Ausstoßen des Pfeiles und wohl auch die spätere Einführung des Penis in die Vaginalöffnung erleichtert wird.

Das Ausstoßen des Pfeiles selbst erfolgt so gut wie ausschließlich durch die Tätigkeit des mächtigen Muskelmantels, der den Hauptteil des Pfeilsackes repräsentiert (vgl. Fig. 48). Seine energische Kontraktion hat zur Folge, daß die basale Papille, welche ja nur lose mit der äußeren Pfeilsackwand verbunden ist, nach vorn getrieben wird und dabei den ihr aufsitzenden Liebespfeil aus der Öffnung des Pfeilsackes vorstößt. Jedenfalls sieht man unmittelbar nach dem Ausschleudern des Pfeils die Papille fast das ganze Innere des Pfeilsacks erfüllen und mit ihrer Spitze unmittelbar an dessen äußere Öffnung angrenzen. Der Liebespfeil selbst

bricht dann meist derart ab, daß seine basale Krone noch auf der Papille sitzen bleibt, später freilich ebenfalls abgestoßen wird. Nach dem Hervorschießen des Pfeils tritt dann die Eigenmuskulatur der Papille in Funktion, ihre stark gedehnten Fasern kontrahieren sich und führen die Papille zu ihrer normalen Gestalt und Lagerung am Grunde des Pfeilsacks zurück.

Der Liebespfeil kann in derselben Paarungsperiode wiederholt erneuert und verbraucht werden. Bei Versuchen, eine Paarung zwischen einer links und rechts gewundenen Helix aspersa zu erzielen, wurden im Verlaufe von etwa drei Monaten von jeder Schnecke wenigstens acht Liebespfeile hintereinander erzeugt. Auch über die Zeitdauer der Neubildung eines Pfeils im einzelnen ist mancherlei bekannt geworden. Bei Helix aspersa enthält der Pfeilsack bereits 24 Stunden nach der Begattung eine neue feine Kalkspitze von 1½ mm Länge. Am zweiten Tage ist der Pfeil bereits 3—5 mm, am dritten Tage 6—7 mm lang, und nach fünf bis sechs Tagen ist die Regeneration vollendet. Auch bei Helix nemoralis beginnt die Abscheidung des neuen Pfeils schon wenige Stunden nach einer stattgefundenen Begattung und ist nach sieben bis neun Tagen beendet. Im einzelnen beobachtete man hier, daß nach zwölf Stunden der Papille bereits ein kleiner abgestumpfter Bolzen von 0,16 mm Länge aufsaß, daß nach zwei Tagen schon eine kleine Pfeilspitze von 1,75 mm Länge vorhanden war, der allerdings die scharfen Seitenkanten noch fehlten, daß nach drei Tagen auch die letzteren aufzutreten begannen und daß nach sieben Tagen ein fertiger Pfeil von 7 mm Länge vorhanden sein konnte.

Zum vollen Verständnis des eigentlichen Begattungsvorganges, dem wir uns nun endlich zuwenden, wird es nötig sein, daß wir zunächst noch zwei Erscheinungen voraus besprechen, nämlich einmal die Ausstülpung des Penisrohrs und zweitens die Bildung der Spermatophore.

Der Ausstülpungsmechanismus des Penis ist außerordentlich kompliziert. Den inneren Bau des ruhenden Penisrohres haben wir schon kennen gelernt (vgl. S. 93 und Fig. 50). Unter dem Einfluß eines nach vorn gerichteten starken Blutdrucks wölbt sich zuerst das Geschlechtsatrium vor und bildet eine breite, wulstartige Basis, aus deren Mitte sich das Penisrohr erheben wird. Dies geschieht in der Weise, daß sich weiter zunächst die Wand des vorderen Penisabschnittes (p_I) nach außen umrollt, wodurch die geschilderten Ringfalten des vorderen Zapfens zum Verstreichen gebracht werden und die zentrale Öffnung dieses Zapfens nun an die Spitze des zur Hälfte vorgestülpten Rohres zu liegen kommt. Nach einer kurzen Pause folgt die Ausstülpung des zweiten Abschnittes des inneren Rohres (p_I) nach; es erhebt sich aus der bereits vorhandenen Vorstülpung ein zweites engeres Rohr, und dadurch kommt das charakteristische teleskopartige Aussehen dieses Entfaltungsstadiums zustande. Sowie die Ausrollung des zweiten Abschnittes vollendet ist, verstreicht die durch die beiden Phasen hervorgerufene Ringfalte, und der Penis stellt nun ein nach vorn verjüngtes glattes Rohr dar. Die Ausrollung schreitet

bis zu der Stelle vor, wo das hohe Zylinderepithel in das niedere Epithel des dritten Abschnittes (p_{III}) übergeht und sich zugleich die auskleidende Kutikula verliert. Diese Stelle bildet also nun die Spitze des Penis, und es

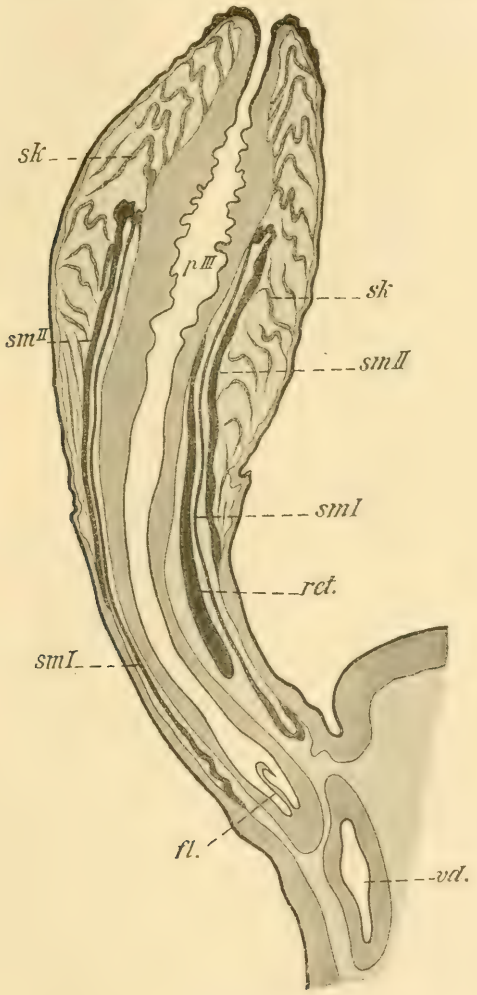


Fig. 53. Längsschnitt durch den Penis der Weinbergschnecke in ausgestülptem Zustande. (Nach Meisenheimer, 1907.) *fl* Flagellum, p_{III} der ursprünglich innerste Abschnitt des Penisrohrs (vgl. Fig. 50), *ret* Retraktormuskel des Penis, *sk* Schwellgewebe, $sm_{I, II}$ die beiden Muskelscheiden des Penisrohrs, *vd* Vas deferens.

ist somit das gesamte vielfach gefaltete innere Epithelrohr der beiden vorderen Abschnitte des eingestülpten Penis jetzt nach außen umgestülpt

und stellt die äußere Wand desselben dar (vgl. Fig. 53). Während der Umstülpung legt sich dieses Epithel in hohe Falten, dieselben verstreichen aber bald und ordnen sich zu einer glatten Zylinderepithelschicht an, die außen von einer wohlausgebildeten Kutikula bekleidet wird und nach innen von einer muskulösen Unterlage gestützt erscheint. Zu innerst wird der ausgestülpte Penisschlauch durchzogen von einem nur wenig gefalteten Rohr; dasselbe ist hervorgegangen aus dem Ausgleich der Falten des hinteren Raumes des Penisrohrs (p_{III}) sowie aus dem Verstreichen der hinteren Papille, welche Vorgänge durch den lockeren Bau des umliegenden Gewebes beträchtlich erleichtert werden.

Der Ausstülpungsvorgang ist weiter von großem Einfluß auf die Lagerung der beiden Hüllmuskel. Indem dieselben der ganzen Bewegung folgen, werden sie gleichfalls umgerollt und zeigen schließlich folgende Anordnung. Die nahe beieinander gelegenen Insertionspunkte beider Mus-

Fig. 54. Spermatophore der Weinbergschnecke in natürlicher Größe. (Nach Meisenheimer, 1907.) *ef* Endfaden, *k* Kopfabschnitt, *sb* Samenbehälter.

keln kommen weit nach vorn, fast an die Spitze des Penis zu liegen, zum wenigsten in dessen vorderes Drittel, wo sie sich an das innere Penisrohr anheften. Die Ursprungsstelle des ursprünglich äußeren Muskels (sm_I) liegt jetzt nahe der Basis des Penisschlauchs an dessen Außenwand, ebenda, nur etwas höher, die Ursprungsstelle des ursprünglich inneren Hüllmuskels (sm_{II}). Es ist nötig, dies „ursprünglich" hinzusetzen, da naturgemäß infolge der Umstülpung die Lagebeziehungen beider Hüllmuskeln vertauscht wurden, der äußere liegt nun nach innen und umgekehrt. Aber trotzdem umgeben auch jetzt in der gleichen Weise das innere Penisrohr wiederum zwei Hüllmuskeln, welche nun nach vorn hin mit der Muskulatur des inneren Penisrohres, nach hinten hin mit der Außenwand des Penisschlauchs verwachsen sind. Das ursprünglich zwischen innerem Hüllmuskel und innerem Penisrohr gelegene System von Quersepten ist jetzt bis unmittelbar an die Spitze des ausgestülpten Penisschlauchs verlagert worden (Fig. 53, *sk*), es wird im weiteren Verlauf der Begattung noch eine wichtige Rolle spielen.

Als Vorbereitung zur Durchführung der Begattung ist nun weiter noch die Ausbildung der Spermatophore erforderlich. Es wird nämlich hier bei den Schnecken der Samen nicht unmittelbar in die weiblichen Geschlechtsgänge durch Ejakulation ergossen, sondern die Übertragung erfolgt in Form eines geschlossenen Samenbehälters, einer sog. Spermatophore, die in ihrer Gesamtheit in die Vagina eingeschoben wird. Eine solche Spermatophore der Weinbergschnecke, die in der älteren Literatur unter dem Namen „Capreolus" bekannt ist, zeigt folgendes Aussehen. Sie beginnt, wie Fig. 54 in natürlicher Größe zeigt, mit einem knopfartig verdickten vordersten Abschnitt, an diesen schließt

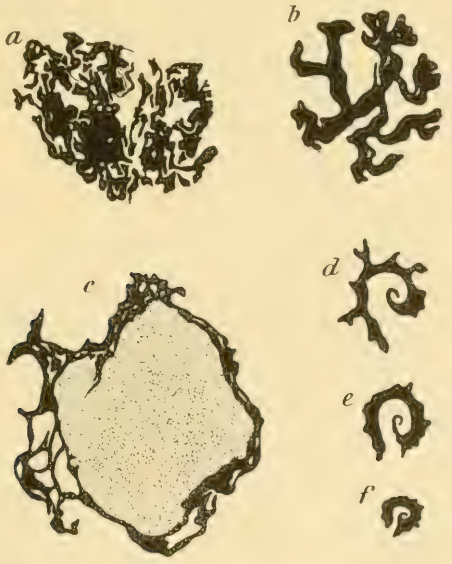


Fig. 55. Querschnitte durch die Spermatophore der Weinbergschnecke, a) im Bereiche des Kopfabschnittes, b) des Halses, c) des Samenbehälters, d)—f) des Endfadens. (Nach Meisenheimer, 1907.)

sich ein engerer Hals an, der sich zu dem länglichovalen eigentlichen Samenbehälter (*sb*) erweitert, worauf dann endlich ein langer peitschenförmiger Endfaden (*ef*) den Endabschnitt darstellt. Das Ganze wird aufgebaut aus einer gallertartigen Substanz. Im Kopfabschnitt erscheint die letztere vielfach geknäuelt (Fig. 55, *a*), im Hals treten an Stelle des Knäuels fünf bis acht regelmäßiger angeordnete Längsleisten (Fig. 55, *b*), die in der Achse des Gebildes zusammenstoßen. Schließlich dehnt sich die Gallertmasse weit aus und umschließt nun allseitig einen inneren Hohlraum, der von Spermatozoen vollgepfropft ist (Fig. 55, *c*). Nach hinten hin verjüngt sich dann der Samenbehälter wieder allmählich und

geht schließlich in den Endfaden über, der in seiner ganzen Ausdehnung als ein eingerolltes Längsband sich darstellt, wie es die Querschnitte der Fig. 55 in *d—f* charakteristisch wiedergeben.

Dieser komplizierte Aufbau der Spermatophore hängt nun aufs engste mit ihrer Bildungsgeschichte zusammen. Die einzelnen Teile des männlichen Geschlechtsapparates sind daran derart beteiligt, daß das Vas deferens den aus der Zwitterdrüse stammenden Samenvorrat zuführt, daß das Flagellum die gallertartige Substanz der Spermatophore liefert und das innere Penisrohr die Form darstellt, in welcher die Spermatophore gleichsam gegossen wird. Der Vorgang selbst verläuft folgendermaßen. In einem bestimmten Momente des Begattungsaktes beginnt das Flagellum sein flüssiges Sekret in das Lumen des Penisrohrs austreten zu lassen, zunächst noch in unregelmäßigen Massen, welche beim Erhärten zu regellosen Knäueln zusammengeschoben werden und so den Kopfabschnitt der Spermatophore bilden. Bald aber fließt das Sekret des Flagellums in kontinuierlichem Strom, und nun füllt diese flüssige Masse alle Teile des Penisrohrs völlig aus. Da dieses Rohr in seiner Wandung eine größere Zahl von Längsfalten zeigt, so dringt das Sekret auch in diese ein, erhärtet hier und erhält so hier die feste Form der Längsleisten des Halsabschnittes. Letzterer stellt also einen direkten Ausguß des inneren Penisrohres dar. Wenn das Penisrohr völlig von der Sekretmasse erfüllt ist, so findet der Austritt eines Samenpakets aus dem Vas deferens statt, dieses Sperma wird nun gleichfalls von dem Sekret umflossen, und es entsteht so der eigentliche Samenbehälter. Für den peitschenförmigen Anhang dann endlich ist das Flagellum selbst die Form. Wir sahen oben (S. 94), wie das innere Lumen desselben durch die einspringende Längsleiste die Form eines eingerollten Bandes erhält, und wenn nun das Sekret, welches dieses Lumen erfüllt, ungestört in dieser Form beim Austritt erstarren kann, so muß es eben diese Form beibehalten. Und dies zeigt in der Tat der Endfaden. Das Penisrohr muß durch den Druck des durchtretenden Samenbehälters bedeutend erweitert werden, seine Wände bieten so eine nur geringe Reibungsfläche für die nachfolgende Gallertmasse des Endfadens, und dieser kann nun unmittelbar in der Form erstarren, wie er aus der Mündung des Flagellums austritt, und so ist der Endfaden in Wirklichkeit ein genauer Ausguß des Flagellums bis zu dessen Spitze. — Der Zeitpunkt für die Bildung der Spermatophore ist der Augenblick vor und während der eigentlichen Kopula, bei unmittelbar vorher getöteten Schnecken trifft man sie direkt in ihrem Bildungsprozeß begriffen an.

Und nunmehr sind wir genügend informiert, um den Mechanismus der Begattung selbst im einzelnen verstehen zu können. Im Augenblick der Ausrollung des Penisrohres hat sich auch die Vagina in der gleichen Weise wie beim Ausschleudern des Liebespfeils vorgestülpt, aber während nun der Pfeilsack untätig bleibt, öffnet sich jetzt weit klaffend die quergestellte Lippe der Vagina und kommt so in einer fast schluckartigen Bewegung dem als zugespitztes Rohr eindringenden Penis entgegen.

Letzterer wird bis an seine Basis eingeführt und schiebt sich durch die Vagina hindurch bis in den Stiel des Receptakulums hinein. Unmittelbar nach dem Eindringen des Penis vollziehen sich an diesem selbst sehr bemerkenswerte Formveränderungen, insofern sein Vorderende nunmehr

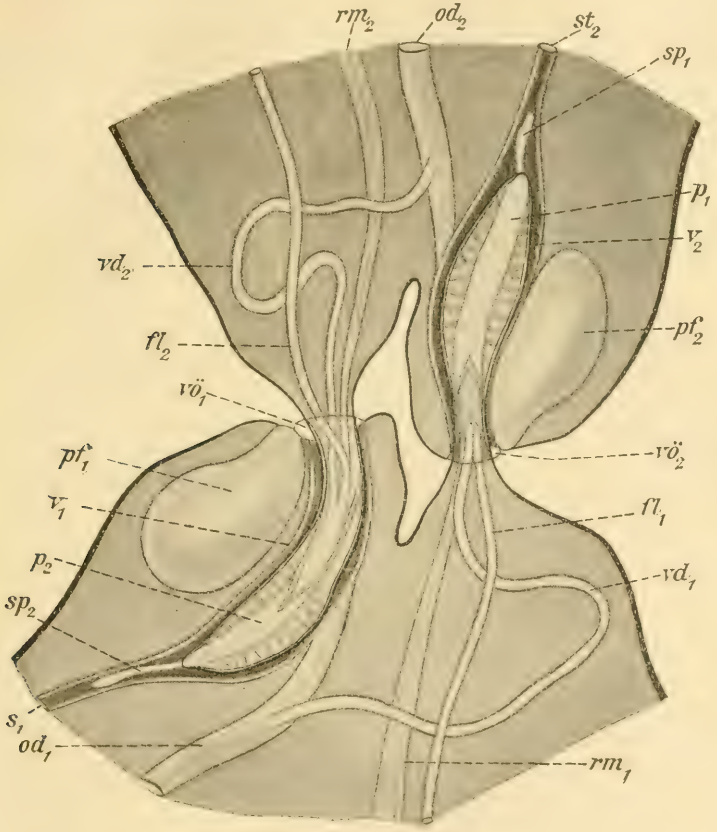


Fig. 56. Lage der gegenseitgen Begattungsorgane zweier kopulierender Schnecken im Augenblicke der Übertragung der Spermatophoren. *fl* Flagellum, *od* Ovidukt, *p* Penis, *pf* Pfeilsack, *rm* Retraktormuskel des Penis, *sp* Spermatophore, *st* Stiel des Receptaculums, *v* Vagina, *vd* Vas deferens, *vö* Vaginalöffnung. Die angehängten Zahlen $_1$, $_2$ bedeuten die Zugehörigkeit zum einen oder zum anderen Individuum. Am Penis p_1 sind beide Hüllmuskeln erhalten und ist nur die äußere Wand aufpräpariert gedacht, bei p_2 ist der ursprünglich innere Hüllmuskel noch dazu entfernt worden.

kolbenartig anschwillt und so die weiblichen Geschlechtsgänge mächtig ausdehnt und ihre Falten vollständig zum Schwinden bringt. Hervorgerufen wird diese Anschwellung dadurch, daß zwischen die oben be-

schriebenen queren Muskelsepten an der Spitze des ausgestülpten Penisrohrs (vgl. Fig. 53, *sk*) bedeutende Mengen von Blutflüssigkeit einströmen und sich hier anstauen. Wir hätten also hier in diesem muskulösen Quersepten durchaus eine Art von Schwellkörper vor uns. Die erst nach der Einführung des Gliedes erfolgende Schwellung ist daher von besonderer Zweckmäßigkeit, weil auf diese Weise dem eindringenden Penis seine noch zugespitzte Form das Vordringen erleichtert, während dann nachher die einsetzende Schwellung die innige Vereinigung der Geschlechtsteile außerordentlich erhöht. Die Lage des Penisrohrs in den weiblichen Geschlechtsgängen (vgl. hierzu Fig. 56) ist schließlich derart, daß es mit seiner angeschwollenen Spitze weit in den Stiel des Receptakulums vorgeschoben ist. Und diese Lagerung ermöglicht mit großer Sicherheit die nunmehr erfolgende Abgabe der Spermatophore unmittelbar in diesen Stiel hinein. Es tritt zunächst nur deren Kopf- und Halsabschnitt aus der Penisspitze aus, aber wenn dann der Penis sich nach kurzer Zeit wieder zurückzieht, so läßt er die immer weiter austretende Spermatophore in den von ihm verlassenen Teilen der weiblichen Ausführgänge zurück. Nach vollendeter Loslösung aus den weiblichen Teilen des Partners zeigt der Penis dann die bereits beschriebenen eigenartigen Ein- und Ausrollbewegungen. Dieselben beruhen auf der Tätigkeit der beiden Hüllmuskeln (Fig. 53, $sm_{I, II}$) welche die äußere Wand des Penis wieder einzurollen beginnen. Sehr erschwert wird ihnen diese Tätigkeit durch die im Schwellkörper angestauten Blutmassen, die erst allmählich zum Abfluß gebracht werden können und dabei die wulstigen Auftreibungen des Penisrohrs hervorrufen. Ist endlich die äußere Wand des Penisschlauchs mehr oder weniger eingerollt — im wesentlichen also durch die Wirkung der beiden Hüllmuskeln —, so tritt nun der eigentliche Retraktormuskel, der an der Körperwand befestigt ist, in Tätigkeit, und er bringt das eingestülpte Penisrohr wieder völlig in seine normale Ruhelage zurück.

Die an die Begattung sich anschließenden inneren Vorgänge betreffen im wesentlichen Ortsveränderungen des übertragenen Samens innerhalb der Geschlechtsgänge des begatteten Tieres. Die Spermatophore befindet sich nach erfolgter Lösung der Begattungsorgane mit ihrem Anfangsteil in dem unteren Stielabschnitt des Receptakulums, durchzieht die ganze Vagina und ragt mit ihrem Endfaden noch aus der weiblichen Geschlechtsöffnung heraus. Die Weiterbeförderung der Spermatophore in dem Stiel des Receptakulums empor erfolgt im wesentlichen wohl durch peristaltische Bewegungen der stark muskulösen Wandung des Stiels selbst, wird aber zweifellos unterstützt durch die oben beschriebenen wellenförmigen Bewegungen der Fußsohle. Es rückt also nun die Spermatophore, mit ihrem Kopfabschnitt nach oben gerichtet, im Stiel des Receptakulums aufwärts, wobei der Endfaden häufig vielfach zusammengeknäuelt wird. Ist an dem Stiel ein Divertikel vorhanden, so kann sie sich wohl mit ihrem Kopfteil darin verfangen, normalerweise aber gelangt sie ungestört, in der Regel schon 3—6 Stunden nach beendeter Kopula,

in die Endblase hinein, und hier erfolgt nun allmählich eine vollständige Auflösung der Spermatophorensubstanz. Es häufen sich derart schließlich bei wiederholt stattfindender Begattung die Reste mehrerer Spermatophoren in der Endblase an, die im übrigen von einer braunroten, schmierigen Masse erfüllt ist. In letzterer finden sich neben den frei gewordenen Spermatozoen zahllose Individuen eines endoparasitischen Protozoons, des Trypanoplasma helicis, vor (vgl. weiter unten S. 120). Zuweilen trifft man weiter seltsamerweise in der Endblase oder auch im Stiel des Receptakulums die basale Krone des Liebespfeils oder gar diesen selbst an. Es kann dies nur auf die Weise erklärt werden, daß die beim Ausschleudern des Liebespfeils im Pfeilsack zurückgebliebene Fußkrone nachträglich abgestoßen wird, so in das Lumen der Vagina gelangt, von dem bei der Begattung eindringenden Penis des Partners dann erfaßt und in den Stiel des Rezeptakulums hineingeschoben wird, wo sie dann gemeinsam mit der Spermatophore stielaufwärts bis zur Endblase wandert und hier der endlichen Auflösung anheimfällt.

Aber mit der Ankunft in der Endblase des Receptakulums haben die bei der Begattung übertragenen Spermatozoen noch nicht ihren definitiven Bestimmungsort erreicht. Der Ort der Befruchtung der Eier ist die in die Eiweißdrüse eingebettete Befruchtungstasche, und dahin müssen nun auch die Samenfäden gelangen. Es geschieht dies durch aktive Wanderung derselben. Bereits in den ersten Tagen nach beendeter Kopula wird sie angetreten, indem die Spermatozoen in zusammenhängenden Strängen aus der Endblase heraus, den Stiel des Receptakulums wieder abwärts wandern, den Ovidukt passieren (vgl. dazu Fig. 40) und in die Flimmerrinne des Eisamenleiters eindringen, der sie dann aufwärts bis zur Befruchtungstasche folgen. Die Fortbewegung erfolgt durch die eigenen schlängelnden Bewegungen der sehr lebhaften Samenfäden, die in den Strängen alle mit ihren Köpfen in der gleichen Richtung nach aufwärts orientiert sind. Es ist übrigens nur ein Teil des übertragenen Samens, welcher diese Wanderung ausführt, ein Rest bleibt stets in der Endblase zurück und geht hier zugrunde. Die übergewanderten Spermatozoen aber sammeln sich nun in der Befruchtungstasche an und bleiben hier einen Monat und noch länger untätig liegen, bis die Zeit der Eiablage heranrückt.

Die **Eiablage** findet vorzugsweise in der ersten Hälfte des Juli statt. Unmittelbar bevor die Schnecke zur Anlage des Nestes schreitet, treten die reifen Eizellen aus der Zwitterdrüse in den Zwittergang über und wandern als eine ziemlich kompakte Masse eng aneinander gepreßter, unregelmäßig geformter Elemente durch denselben hindurch in die Befruchtungstasche hinein. Der Durchtritt durch den Zwittergang scheint ziemlich schnell zu erfolgen, zum wenigsten ist es nicht leicht, diesen Moment zur Beobachtung zu erhaschen. Die zu anderen Zeiten stets den Zwittergang erfüllenden Spermatozoen sollen nach einigen Beobachtern vor dem Durchgang der Eier degenerieren und so für letztere Platz machen, doch ist dies sicher nicht immer der Fall. Es sammeln sich schließlich die

Eier im hinteren Teil der Befruchtungstasche an (vgl. Fig. 44, *eiz*), und hier ist nun der Ort, wo sie mit dem bei der Begattung übertragenem Samen zur Befruchtung zusammentreffen. Der Vorgang der Befruchtung selbst ist mit höchst eigenartigen Veränderungen an der Eizelle verknüpft. Das Spermatozoon dringt an der einen Seite des Eies, mit dem Kopf voran, ein und löst sich bis auf den Kopfabschnitt auf. Das Keimbläschen des Eies tritt sodann in die Bildung der Richtungskörperchen ein, bildet also eine Kernspindel aus, der Plasmakörper nimmt volle Kugelform an. Weiter aber beginnt der Plasmakörper auf seiner Oberfläche kleine Plasmahöcker auszubilden, die zu stachelartigen, von einer homogenen Substanz gebildeten Fortsätzen auswachsen und schließlich auf dem Höhepunkt ihrer Entwicklung das ganze Ei mit einer Art Stachelbekleidung überziehen (vgl. Fig. 57). Es bietet so nun die Eizelle nach der Befruchtung ein höchst fremdartiges Aussehen dar, sie wandert in dieser Form durch die im vorderen Teil der Befruch-

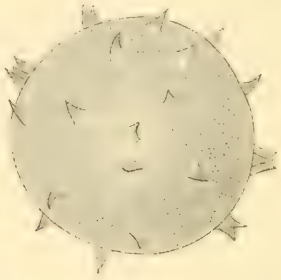


Fig. 57. Oberflächenansicht einer Eizelle aus der Befruchtungstasche, mit wohlentwickeltem Stachelkleid. (Nach Meisenheimer, 1907.) Vergr. 200fach.

tungstasche angehäuften Spermatozoen hindurch und tritt in den Anfangsteil des Oviduktes über. Aber nun wird hier, während die aus der Eiweißdrüse in den Eileiter abgegebenen Eiweißmassen sich um die Eizelle anzusammeln beginnen, das erst vor kurzem gebildete Stachelkleid wieder abgeworfen, indem die Stacheln einzeln abgestoßen werden. Die Eizelle ist also schließlich wieder von einer einfachen, vollkommen glatten Eimembran umschlossen, und in dieser Gestalt beginnt sie nun, während in ihrem Inneren die Prozesse der Richtungskörperbildung sich vollenden, den Eileiter hinabzuwandern. Die vergängliche Eihülle kann wohl nur als der äußere Ausdruck einer vom Ei zur Verhütung von Überbefruchtung abgeschiedenen Hülle angesehen werden, da es ja nach der Befruchtung die Massen reifer Samenfäden, die im vorderen Teil der Befruchtungstasche angehäuft sind, durchwandern muß und eben durch diese Hülle das Eindringen weiterer Spermatozoen abzuwehren vermag.

Im Zusammenhange mit der Befruchtung des Eies bedarf noch ein anderer Punkt einer näheren Erörterung. Wir müssen annehmen, daß die zur Zeit der Eiablage in der Befruchtungstasche vorhandenen befruchtungs-

fähigen Spermatozoen nur aus solchen bestehen, die bei der Begattung von einem fremden Individuum übertragen wurden, da ja nur so die Begattung ihren Zweck, die Selbstbefruchtung zu verhüten, erfüllen kann. Es ist aber recht schwer, die Annahme zu beweisen. Sicher verhütet kann eigentlich eine Befruchtung durch eigene Spermatozoen nur dann werden, wenn diese, soweit sie zur Zeit der Befruchtung in der Befruchtungstasche sich vorfinden, noch nicht völlig reif, also zur Befruchtung überhaupt noch untauglich wären. Und in der Tat sind auf einen solchen Zustand hindeutende Beobachtungen gemacht worden, insofern aus dem Zwittergang entnommene Samenfäden im Wasser unbeweglich sind und sich zusammenrollen, solche

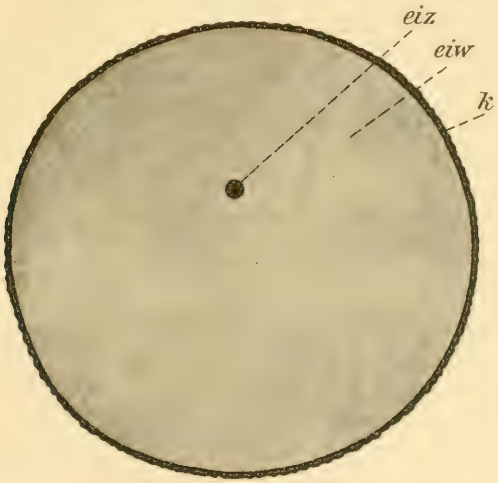


Fig. 58. Schnitt durch ein abgelegtes Ei der Weinbergschnecke.
eiw Eiweißmasse, *eiz* Eizelle, *k* Kalkschale.

aus der Befruchtungstasche dagegen eine lebhafte Beweglichkeit entwickeln. Auf jeden Fall würde durch die Annahme, daß die bei der Begattung übertragenen Spermatozoen erst während ihres Aufenthaltes in der Endblase des Receptakulums und in der Befruchtungstasche ihre volle Reife erhielten, jegliche Möglichkeit einer Selbstbefruchtung ausgeschlossen werden.

Der Eikeim wird also nun auf seinem Wege durch den Eileiter zunächst von den Eiweißmassen umhüllt, die schließlich einen scharf abgegrenzten Mantel von 5—6 mm Durchmesser um den nur $^2/_{10}$ mm messenden Keim bilden. Es erscheint dann während der Eiablage der Ovidukt von diesen perlschnurartig hintereinander angeordneten Eiern mächtig ausgedehnt. In den obersten Abschnitten des Eileiters ist der Eiweißmantel noch völlig klar und durchsichtig, weiter unten beginnen sich dann aber auf seiner Oberfläche, die von einer zarten Haut umschlossen wird, kleine Kalkkörnchen in Kristallform abzulagern, die immer zahlreicher

werden, miteinander verschmelzen und schließlich eine ziemlich feste Kalkschale liefern (vgl. Fig. 58, *k*). Diese Kalkschale ist das eigentlichste Produkt des Drüsenmantels des Eileiters, sie zeigt auf dem entkalkten Radialschliff (Fig. 59) innen und außen eine strukturlose Membran, dazwischen ein Netzwerk von weniger dichtem Gewebe und leeren Räumen, in denen die anorganische Kalksubstanz abgelagert ist. Letztere besteht aus der mit Kalcit bezeichneten besonderen Modifikation des Kalciumkarbonats.

Von Eiweißmantel und Kalkschale umschlossen, gelangt so das Ei schließlich durch den Eileiter hindurch in die Vagina, weiter in das Geschlechtsatrium und steht sodann unmittelbar vor dem eigentlichen Austritt aus dem Körper. Für diesen zur Eiablage führenden Austritt hat die Schnecke inzwischen auch die äußeren Vorbereitungen getroffen. Sie hat begonnen, unter kreiselförmigen Drehungen des Vorderkörpers sich in die Erde einzubohren und so unter unablässigem Beiseiteschieben der Erdpartikelchen eine Höhlung anzulegen. An dieser lassen sich nach ihrer Voll-

Fig. 59. Entkalkter Radialschliff durch die äußere Eischale der Weinbergschnecke bei stärkerer Vergrößerung. (Nach Agnes Kelly, 1901.)

endung drei Abschnitte unterscheiden (vgl. hierzu die Figur unten rechts auf dem Titelbild). Unmittelbar an der Oberfläche liegt eine trichterförmige Vertiefung mit mäßig geneigten Wänden, sie dient zur Aufnahme der Schale und des hinteren Fußabschnittes der eierlegenden Schnecke. Von diesem äußeren Trichter führt ein verhältnismäßig enger Gang in die eigentliche Nesthöhle hinein, die einen ziemlich großen rundlichen Raum mit glatten Wänden darstellt. Durch den engeren Gang steckt die Schnecke während der Eiablage den Vorderkörper hindurch und läßt ihn frei in den Nestraum hineinhängen. In kurzen Pausen treten nun aus dem Geschlechtsatrium durch die etwas angeschwollene Geschlechtsöffnung hindurch die Eier aus und fallen auf den Boden der Höhle, wo sie sich dann in einem großen Haufen ansammeln. Die Zahl der Eier beträgt durchschnittlich 60—70, und innerhalb der Erdhöhle, die nach vollendeter Eiablage von der Schnecke selbst verschlossen und in ihrem Verschluß dem umgebenden Erdboden völlig gleich gemacht wird, machen sie nun ihre weitere Entwicklung bis zur ausgebildeten jungen Schnecke durch.

Die Zeit der Eiablage dauert von Ende Juni bis etwa Mitte August, sie erfolgt besonders häufig nach einem warmen Regen.

11. Kapitel

Die Embryonalentwicklung

Das in die Nesthöhle abgelegte Ei besitzt einen Durchmesser von etwa 6 mm. Es setzt sich zusammen aus der äußeren Kalkschale, dem Eiweißmantel und dem von beiden umschlossenen eigentlichen embryonalen Keim, der befruchteten Eizelle (vgl. Fig. 58). An letzterer allein vollziehen sich die Entwicklungsvorgänge, welche zur schließlichen Ausbildung einer jungen Schnecke führen. Nachdem die bereits in der Befruchtungstasche beginnende Bildung der Richtungskörperchen beendet und in der Ver-

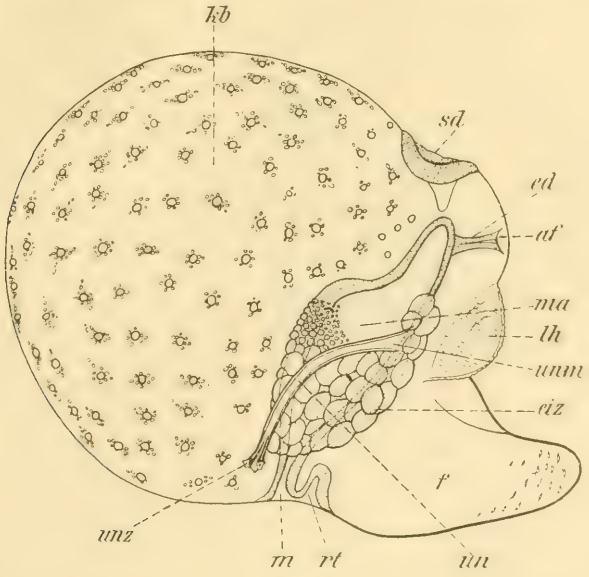


Fig. 60. Jüngere Larve der Weinbergschnecke (etwa 10 Tage alt. Vergr. 40fach. Nach dem Leben gezeichnet von H. Fol (1879/80). *af* After, *ed* Enddarm, *eiz* Eiweißzellen des Magens, *f* Fuß, *kb* Kopfblase, *lh* Larvenherz, *m* Mund, *ma* Magen, *rt* Radulatasche, *sd* Schalendrüse, *un* Urnierenrohr, *unm* Mündung desselben nach außen, *unz* innere Wimperzellen der Urniere.

schmelzung von Ei- und Samenkern die Befruchtung durchgeführt ist, setzt alsbald der Furchungsprozeß ein, der zur Ausbildung einer von fast gleich großen Furchungskugeln umschlossenen Blastula führt. Eine regelmäßige Einstülpung am unteren Pole derselben läßt aus dem einschichtigen Keim den zweischichtigen der Gastrula entstehen, aus der unter beträchtlicher Größenzunahme des Keimes eine höchst eigenartige Larvenform hervorgeht.

Diese Larvenform (vgl. Fig. 60 und 61) ist zunächst am auffallendsten charakterisiert durch eine enorme Auftreibung der Kopfgegend, durch

die Kopfblase (*kb*), deren Wand sich aus sehr stark abgeplatteten, von zahlreichen Tröpfchen einer Nährsubstanz erfüllten Zellen zusammensetzt, während das Innere von zerstreut liegenden und sternförmig verästelten Mesenchymzellen durchzogen wird. Eine zweite Auftreibung findet sich am Hinterende der Larve. Dieselbe schließt sich an den zapfenförmig gestalteten Fuß (*f*) an, ist dann, wenn die Kopfblase das Maximum ihrer Ausdehnung erreicht hat, noch klein, schwillt aber schließlich enorm an und bildet auf dem Höhepunkt ihrer Entwicklung ein plattes Organ von Palettenform, welches sich mit seinen Rändern über den Embryo legen und denselben wie ein Mantel einhüllen kann (Fig. 61, *fb*). Nach ihrer Lage wird

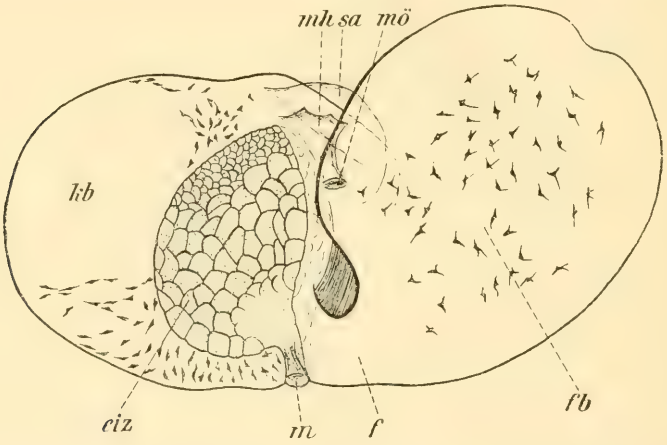


Fig. 61. Ältere Larve der Weinbergschnecke. Vergr. 20fach. Nach dem Leben gezeichnet von H. Fol (1879/80). *eiz* Eiweißzellen des Magens, *f* Fuß, *fb* Fußblase, *kb* Kopfblase, *m* Mund, *mh* Mantelhöhle, *mö* Öffnung derselben nach außen, *sa* Schalenanlage.

diese Auftreibung als Fußblase oder Podocyste bezeichnet, das Maximum ihrer Entwicklung zeigen manche tropische Schnecken, wie beispielsweise die zeylonesische Helix Waltoni. Histologisch besteht die Fußblase aus einem sehr dünnen Epithelüberzug, zwischen dessen Wänden Mesenchymzellen ausgespannt sind. — Kopf- und Fußblase bestimmen durchaus die äußere Form der Larve, zugleich besitzen sie aber auch eine wichtige physiologische Funktion für dieselbe. Die Larve befindet sich innerhalb der Eiweißmasse, in die sie ja ebenso wie die befruchtete Eizelle eingebettet ist, in stetig rotierender Bewegung und gleitet dabei an der Innenseite der Eischale entlang. Es kommt so die Kopfblase in stete nahe Berührung mit der äußeren Eischale und vermittelt durch ihre dünnen Wände hindurch die Atmung des Embryos. Die Fußblase dagegen führt stetige Kontraktionen in unregelmäßigem Rhythmus aus, sie stellt sich somit als ein larvales

Zirkulationsorgan dar, insofern dadurch die Leibeshöhlenflüssigkeit unablässig im Körper hin und her getrieben wird.

Von äußeren Bildungen am Larvenkörper ist im übrigen nur noch die Schalenanlage (Fig. 60, *sd*) hervorzuheben, die zuerst als eine tief trichterförmige Einsenkung, als die sog. Schalendrüse, sich bemerkbar macht. Später stülpt sich diese Einsenkung wieder aus, erscheint dann als eine vorspringende Kalotte und bedeckt sich als solche mit einem zarten Häutchen, der ersten Anlage der äußeren Schale (Fig. 61, *sa*).

Von inneren Organen fällt in erster Linie der Darmkanal in die Augen. Ventralwärts liegt vor dem Fußzapfen die Mundöffnung (*m*), die in die engröhrige Speiseröhre überführt. Am Eingang bildet sich als taschenförmige Ausstülpung die Radulatasche (*rt*) aus, die erst später weiter ins Innere verlagert wird. Die Speiseröhre leitet über in den Magen, ein Gebilde von länglich ovaler bis rundlicher Gestalt, das eine ziemlich scharfe Scheidung in zwei Abschnitte zeigt. Die vordere Hälfte wird eingenommen von großen blasenförmigen Zellen (*eiz*), die ganz von aufgenommener Eiweißsubstanz erfüllt sind und später zu Teilen der Leber sich umbilden; der hintere Abschnitt (*ma*) dagegen wird von einem einfachen regelmäßigen Epithel begrenzt, aus ihm geht der Magen hervor. An diesen Magenabschnitt setzt sich dann endlich noch ein kurzes Darmrohr (*ed*) an, welches durch den After (*af*) nach außen mündet.

Weiter treten auch in der inneren Organisation einige Larvenorgane hervor. So zunächst larvale Exkretionsorgane, welche in Form von Urnieren (*un*) zu beiden Seiten des Magens gelegen sind. Dieselben bilden jederseits eine gebogene Röhre, die vor der Speiseröhre mit einem gegen die Leibeshöhle völlig geschlossenen Wimperapparat (*unz*) beginnen. Dieser Wimperapparat setzt sich aus zahlreichen Wimperzellen zusammen, die durch häutige Membranen miteinander verbunden sind und in das Innere der Röhre hinein mächtige Wimperflammen entsenden. Das Urnierenrohr selbst besteht aus kubischen, mit Exkretkörnern und Vakuolen erfüllten Zellen, verläuft im Bogen nach oben und hinten und mündet dann in der hinteren Körperregion über dem Fuß durch eine weite Öffnung nach außen. — Als besonderes Larvenorgan liegt dann endlich noch in der Mitte des hinteren Körperabschnittes über dem Fuß ein Larvenherz (*lh*), gebildet durch eine von sternförmigen Mesenchymzellen durchzogene Vorwölbung, welche regelmäßige Pulsationen ausführt und bis zur Ausbildung des definitiven Herzens, mit dessen Anlage das Larvenherz übrigens in keiner Weise in Zusammenhang steht, in Tätigkeit bleibt.

Die Metamorphose wird kurz vor dem Ausschlüpfen dadurch eingeleitet, daß Kopf- und Fußblase obliterieren, wobei die erstere in der Rückbildung voranschreitet (vgl. Fig. 61). Ebenso wird die Urniere zurückgebildet und resorbiert, an ihre Stelle tritt die definitive Niere, wie an Stelle des Larvenherzens das definitive Herz getreten ist. Der Magen bildet sich in seiner endgültigen Gestalt aus und bringt die Leberlappen zur Entfaltung. Äußerlich gehen aus Verdickungen zu beiden Seiten des

Mundeingangs die Tentakel hervor, der Fuß hat durch Obliteration der Fußblase seine charakteristische Form angenommen, die Mantelhöhle (*mh*) mit der Mantelöffnung (*mö*) hat sich angelegt, die Schale besitzt im Moment des Auskriechens schon eine Windung. Es gleicht also die ausschlüpfende Schnecke in allen wesentlichen Teilen ihrer äußeren und inneren Erscheinung bereits dem erwachsenen Tier; es fehlen nur noch die Geschlechtsorgane, ihre Ausbildung liegt im wesentlichen in der postembyonalen Entwicklungsperiode.

Die ganze Entwicklung im Ei dauert 25—26 Tage. Die ausgeschlüpften Jungen verlassen nicht sofort das Nest, sondern bleiben noch 8—10 Tage in der Nesthöhle, wo sie zunächst die kalkhaltige Eischale auffressen, bis dann ein warmer Regen sie hervorlockt. Die Schale der jungen Schnecken ist zunächst weißlich und durchsichtig, erst nach etwa 8—14 Tagen erhält sie eine kräftigere gelblichbraune Färbung. Die Zahl der Schalenumgänge beläuft sich unmittelbar nach dem Verlassen der Nesthöhle auf nahezu zwei, die Höhe der Schale (von der Spitze bis zur Spindelecke der Mündung gemessen) beträgt etwa 3½—4 mm, der größte Durchmesser der Mündung 4½—5 mm. Bis zur ersten Wintereindeckelung wachsen die jungen Schnecken dann auf 2½—3 Umgänge, auf 7½—9 mm Höhe, auf 9—11 mm Mündungsdurchmesser heran. Im nächsten Frühjahr setzt erneutes Wachstum ein, es findet eine nochmalige Überwinterung statt, und dann erst, im folgenden Sommmer, erreichen sie ihre volle Größe und Geschlechtsreife.

Normalerweise lebt die Weinbergschnecke wohl nur 2—3 Jahre. Doch kommen Ausnahmen von dieser Regel vor, insofern man Schnecken fünf bis zehn, ja sogar elf Jahre in Gefangenschaft gehalten hat. Aber derart alte Individuen zeichnen sich stets durch eine enorme Größe aus, da die Schale eben von Jahr zu Jahr neue Anwachsstreifen erhält. Ein solches Riesenexemplar von 68 mm Durchmesser hat man 11 Jahre lang in seinem Wachstum verfolgen können. Im ersten Jahre brachte es das junge Tier auf 2½ Umgänge, im zweiten Jahre wurde etwas mehr als ein halber Umgang zugefügt, im dritten Jahre etwas weniger und in allen folgenden Jahren nur noch je etwa ein Achtelumgang. In anderen Fällen hat man die jährliche Wachstumsstrecke variabler (1—5 cm breit) gefunden. Stets aber war Riesenwuchs das Ergebnis einer derart abnorm langen Lebensdauer.

12. Kapitel

Verhältnis der Weinbergschnecke zur umgebenden Natur und zum Menschen

Vielfach sind in den vorstehenden Kapiteln die Lebensäußerungen der Weinbergschnecke im Anschluß an die Tätigkeit der einzelnen Organsysteme zur Sprache gekommen, hier mögen nun noch zum Schlusse ihre

mehr allgemeinen Beziehungen zur umgebenden Natur und zum Menschen geschildert werden.

Aktiv zerstörend und feindlich tritt die Weinbergschnecke gegenüber der Pflanzenwelt auf. Sie entnimmt derselben ihre Nahrung, und da sie sehr gefräßig ist, so kann sie dem Bestande der ihr zusagenden Pflanzen recht gefährlich werden. Viele Pflanzen freilich schützen sich in sehr vollkommenem Maße gegen die Schnecken, besonders gegen die noch weit gefährlicheren Nacktschnecken. So lagern die Pflanzen in ihren oberflächlichen Geweben, in Drüsenhaaren besondere chemische Schutzmittel ab, welche auf den Geschmacksinn der Schnecken abstoßend wirken. Bei den Schmetterlingsblütlern, namentlich bei den Kleearten, treffen wir Gerbstoffe an, bei Ampfer- (Rumex-) und Sauerklee- (Oxalis-) Arten begegnen wir saurem oxalsauren Kali, bei der Raute (Ruta graveolens L.), dem Kalmus (Acorus calamus L.) und vielen anderen Gewächsen ätherischen Ölen, bei Enzianen (Gentiana) Bitterstoffen. Die Schnecken verhalten sich gegen alle diese Pflanzen in frischem Zustande durchaus ablehnend, beginnen dieselben aber anstandslos zu verzehren, sowie die genannten Stoffe durch Behandlung mit Alkohol aus dem Pflanzengewebe extrahiert worden sind. Daneben treten mechanische Schutzmittel auf. So fühlen sich die Schnecken auf den mit Borstenhaaren überzogenen Stengeln der Wallwurz (Symphytum officinale L.) recht unbehaglich und suchen sobald als möglich die Pflanze wieder zu verlassen. Wie hier die bloße Annäherung, so wird in anderen Fällen der Angriff der Mundteile erschwert, indem in den oberflächlichen Lagen des Pflanzengewebes dicke Celluloseschichten, reichliche Schleimabsonderungen oder Einlagerungen von kohlensaurem Kalk (so in den Haaren vieler Kruziferen) und Kieselsäure (so namentlich in der Oberhaut von Gräsern) auftreten. Am wirksamsten sind die Abwehrvorrichtungen dieser Art dann, wenn direkt in die Pflanzenzellen sog. Raphiden, nadelförmige, meist zu Bündeln vereinigte Kalciumoxalatkristalle, eingelagert sind. Dieselben rufen auf den Weichteilen, mit denen sie in Berührung kommen, ein brennendes Schmerzgefühl hervor, weshalb die Schnecken nach erfolgtem Anbeißen unter heftigen Würgbewegungen sofort wieder von der betreffenden Pflanze ablassen. Derartige Abwehrmittel besitzt beispielsweise die Aronswurzel (Arum maculatum L.) oder die Meerzwiebel (Scilla maritima).

Wahrscheinlich würde die Existenz vieler Pflanzen auf dem Spiele stehen, wenn sie nicht durch die geschilderten Schutzmittel gegen Schneckenfraß gesichert wären. Namentlich gefährdet sind die Pflanzen mit Gehalt an süß schmeckenden Stoffen, auf welche die Schnecken besonders versessen sind, und gewisse Kulturpflanzen dieser Art vermögen sich nur unter dem besonderen Schutz des Menschen zu halten.

Von Feinden der Weinbergschnecke wäre zunächst eine Reihe von Wirbeltieren anzuführen, denen sie zur Nahrung dient, unter den Säugetieren besonders der Dachs und einige Insektenfresser (Igel, Maulwurf), unter den Vögeln namentlich Stare, Elstern und Raben, die sie gelegent-

lich aufgreifen, sowie Hühner und Enten, die sie eifrig verzehren. Daneben sind den Schnecken besondere Feinde namentlich noch unter den Insekten erstanden, in der Maulwurfsgrille und den Raubkäfern. Namentlich letztere räumen stark unter den Schnecken auf, indem sie in die Schale eindringen und den Weichkörper mit ihren Kiefern zerreißen. Zu nennen wären unter ihnen vor allem der Goldlaufkäfer (Carabus auratus L.), der Puppenräuber (Calosoma sycophantes L.), der Lederlaufkäfer (Procrustes coriaceus L.), Aaskäfer der Gattung Silpha sowie endlich die Käfergattung Drilus, deren Larven sogar in Schnecken schmarotzen.

Von Parasiten sind nur wenige bekannt. Direkt schädlich für die Schnecke werden können die Entwicklungszustände, die sog. Sporocysten, eines Saugwurms (Trematoden), die man gelegentlich bei der Helix

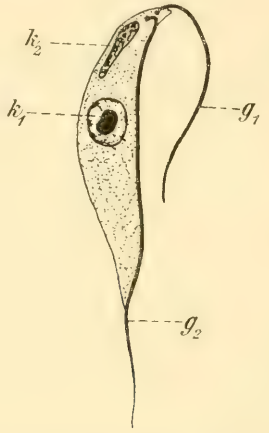


Fig. 62. Trypanoplasma helicis Leidy. aus der Endblase des Receptaculums der Weinbergschnecke. (Nach Friedrich. 1909, und Jollos. 1910.) $g_{1,2}$ vordere und hintere Geißel, k_1 Hauptkern, k_2 Geißelkern.

aspersa Müll. in großen Mengen im Eingeweidesack angetroffen hat. Durch die Gegenwart des Parasiten waren namentlich die Geschlechtsorgane stark geschädigt, der Inhalt der Zwitterdrüse war großenteils degeneriert, Geschlechtsgänge und Eiweißdrüse erschienen verkümmert.

Von nicht nachweisbarem Schaden für die Schnecke ist ein anderer Parasit, der konstant in ihrem Körper angetroffen wird. Derselbe gehört zu den einzelligen Protozoen oder Urtierchen, und zwar im besonderen zu den Geißeltierchen oder Flagellaten, wo er nach neueren Untersuchungen der Gattung Trypanoplasma zuzurechnen ist, deren Vertreter sonst stets Blutparasiten von Wirbeltieren sind. Es wird als Trypanoplasma helicis Leidy bezeichnet und findet sich in großen Mengen in der Endblase des Receptaculum seminis vor, wo er sich wohl von den abgeschiedenen Drüsensekreten der Wandung sowie von den Resten der

zerfallenden, nicht zur Befruchtung gelangenden Samenfäden nährt. Die Gestaltsverhältnisse des Parasiten sind folgende (vgl. dazu Fig. 62). Der abgeplattete, vorn verbreiterte und hinten spitz zulaufende Körper trägt zwei Geißeln, die dicht beieinander vom Vorderende aus je einem Basalkorn entspringen. Während die vordere, kräftigere Geißel (g_1) frei über das Vorderende vorragt, biegt die zweite (g_2) nach hinten um, bildet am Körperrand entlang verlaufend den Rand eines wellenförmigen Saumes und endet schließlich ebenfalls frei. Beim Schwimmen ist die vordere Geißel nach hinten umgeschlagen und führt schraubenförmige Bewegungen aus, wogegen die Saumgeißel ununterbrochen von Wellenbewegungen durchlaufen wird. Mit der Fortbewegung verbunden sind lebhafte, in schneller Abwechslung aufeinander folgende Gestaltsveränderungen, die den Körper bald oval, bald kugelig, bald wieder spindelförmig erscheinen lassen. Im Inneren des alveolär gebauten Plasmas liegt als rundes oder ovales Bläschen der Hauptkern (k_1) mit einem Kernkörperchen, daneben im Vorderende noch der meist langgestreckte Geißelkern (k_2) oder Blepharoblast. Die Vermehrung erfolgt durch Teilung, die Übertragung von einer Schnecke in die andere während der Begattung in dem Samenbehälter und den Rillen der Spermatophore.

Gegenüber den Interessen des Menschen erscheint die Weinbergschnecke zunächst schädlich, insofern sie eben mit besonderer Vorliebe den von ihm gepflegten Kulturpflanzen nachstellt. Der Gärtner wird sie daher stets rücksichtslos vernichten. Außerordentlich gefährlich kann sie dann ferner noch dem Rebstocke werden, wie es scheint, ganz besonders in den südlicheren Weingebieten. Ich führe zum Belege einige genauere Angaben aus dem Oberelsaß an, wo sie in der Gemarkung Riedisheim besonders in den Jahren 1843, 1846, 1853, 1867, 1892 großen Schaden anrichteten, indem sie die jungen Knospen, Triebe und Blätter verzehrten. Neben der Weinbergschnecke waren es noch andere Schneckenarten, wie Helix aspersa, hortensis, nemoralis, die in solchen Massen schädlich auftraten, daß obrigkeitliche Erlasse zu ihrem Sammeln und Vernichten aufforderten. Auf einem Hektar Weinberg konnten 1892 nicht weniger als 35 Liter Schnecken gesammelt werden.

Daneben leistet die Weinbergschnecke aber auch dem Menschen einen bestimmten Nutzen, und zwar dadurch, daß sie ihm in ihren Weichteilen eine in vielen Ländern überaus geschätzte Nahrung darbietet. Namentlich sind es die südlicheren Gebiete von Europa, in denen Schnecken eine beliebte Speise bilden. Schon bei den alten Römern galten sie als Leckerbissen, sie wurden in verschiedenen Arten namentlich im alten Ligurien gesammelt und nach Rom gebracht. Aber auch im heutigen Italien werden Schnecken noch massenhaft verzehrt und müssen als wichtiges Nahrungsmittel der niederen Volksklassen gelten. Ganz außerordentlich groß ist der Verbrauch an Schnecken ferner in Spanien, überall werden sie hier auf den Märkten feilgeboten, namentlich zur Fastenzeit. Ähnlich ist es in Südfrankreich, und selbst auf den Märkten von Paris und anderen großen

Städten werden alljährlich noch große Mengen verhandelt. Auch im deutschen Sprachgebiet wurden in früherer Zeit die Schnecken als Nahrungsmittel keineswegs verachtet, zumal sie als eine erlaubte Fastenspeise galten. Heutzutage ist ihr Verbrauch hier ein viel geringerer und nur noch in den Nachbargebieten der romanischen Länder ein nennenswerter, wie beispielsweise in Steiermark. Nach Osten hin nimmt der Gebrauch, Schnecken als Nahrungsmittel zu verzehren, stetig ab.

Zumeist handelt es sich bei den eßbaren Schnecken um Angehörige der Gattung Helix, und nur in den Tropen treten an ihre Stelle Achatina-Arten. Die Arten selbst sind je nach den Gebieten verschieden. In Nordfrankreich, der Schweiz, Deutschland ist es hauptsächlich Helix pomatia, weiter im Süden die stellvertretende Helix aspersa, in Dalmatien die Helix secernenda, in Venedig die kleinere Helix pisana, die sich in ungeheuren Mengen auf den Dünenpflanzen aufhält, in Neapel besonders die Helix lucorum, in Südfrankreich die Helix aperta, vermiculata und andere. In Spanien zählt man nicht weniger als vierzehn verschiedene Arten von Schnecken, die gegessen werden. Besonders beliebt sind Helix alonensis und lactea, daneben Helix aspersa, vermiculata, Dupotetiana und so fort. Man nimmt hier wie in Südfrankreich an, daß die Schnecken nach den verzehrten Pflanzen schmecken, und hält daher die, welche aus dem Berglande stammen und sich dort von gewürzigen Kräutern nähren, für die vorzüglicheren.

In den südlichen Ländern werden die Schnecken einfach gesammelt und auf den Markt gebracht, in den nördlichen Gebieten, wo die Schneckenfauna weniger reich ist, werden die Schnecken, vor allem unsere Weinbergschnecke und die Helix aspersa, in besonderen Schneckengärten gezüchtet und gemästet, um dann im Herbst nach der Eindeckelung versandt zu werden. Solche Schneckengärten kennt man beispielsweise aus Graubünden. Es handelt sich dabei um meist viereckige Einfriedigungen, deren Innenseite mit einem kleinen Wall von Sägemehl versehen wird, um das Entweichen der Schnecken zu verhindern. In anderen Fällen werden die Schneckengärten durch kalkbestrichene Mauern umschlossen. Auch in der Schweiz und in den Donaugegenden züchtete man Schnecken früher massenhaft. Indessen sind die guten Zeiten jetzt vorbei, zu welchen beispielsweise aus der Gegend von Ulm gemästete Schnecken zu Millionen die Donau hinab bis über Wien hinaus ausgeführt wurden. In Eßlingen wurden noch im Jahre 1891 zehntausend gemästete Schnecken, das Tausend zu 12 Mark, ausgeboten.

Die Zubereitung ist eine verschiedene. Zumeist werden die Tiere direkt aus ihrem Gehäuse gegessen, nachdem sie in einer gewürzreichen Brühe gedünstet worden sind. Oder aber sie werden, wie in Spanien, zuerst mit Salzwasser gekocht und dann in der Pfanne geschmort, oder endlich sie werden in Reis gedämpft verzehrt.

In Südfrankreich werden die Schnecken sogar zur Bereitung von

Heilmitteln verwendet. In früheren Zeiten gewann man aus ihrem Weichkörper zahlreiche Abführmittel in Form von Schleim, Syrup oder Suppen, noch heute werden ferner aus ihnen Hausmittel gegen Husten und leichte Halserkrankungen hergestellt. Die lindernde Wirkung dieser Mittel besteht wohl darin, daß sie durch ihre schleimartige Beschaffenheit einen abschließenden Überzug über den entzündeten Stellen bilden. Und diese leicht lindernde Wirkung verführte die Bauern jener Gegenden gar zu dem Glauben, in diesem Schneckenbrei ein Mittel gegen die Schwindsucht zu besitzen.

13. Kapitel

Systematisches

Unsere Weinbergschnecke gehört zu den Weichtieren oder **Mollusken.** Dieselben sind ausgezeichnet durch einen ungegliederten Körper, der von einer weichen, stellenweise muskulös verdickten Haut umschlossen und zum Teil oder ganz in einer festen Kalkschale geborgen wird. Ihre wichtigsten Klassen bilden die Muscheln, die Tintenfische und die Schnecken. Von ihnen interessieren uns hier nur die letzteren, die Schnecken oder **Gastropoden,** ihrerseits wieder charakterisiert durch den asymmetrischen Körper, der sich zusammensetzt aus einem tentakeltragenden Kopf, einem Kriechfuß und einem spiralig aufgewundenen, von einer Schale umschlossenen Eingeweidesack. Die primitivste Formengruppe der Gastropoden stellen die Vorderkiemer oder Prosobranchier dar, zumeist marine Schnecken, aus denen sich neben den Hinterkiemern oder Opisthobranchiern als eine besondere Ordnung die Lungenschnecken oder **Pulmonaten** entwickelt haben. Bei diesen letzteren ist die ursprüngliche, in der Mantelhöhle gelegene wasseratmende Kieme geschwunden und durch eine Lunge, ein luftatmendes Gefäßnetz an der Innenfläche des Mantels ersetzt worden. Die Lungenschnecken zerfallen wieder in zwei Unterordnungen, in die im Süßwasser lebenden Süßwasserpulmonaten oder Basommatophoren, welche, wie der letztere Name besagt, die Augen an der Basis der nicht einstülpbaren Tentakel tragen, und in die Landpulmonaten oder **Stylommatophoren,** welche fast stets zwei Paare einstülpbarer Tentakel aufweisen und auf der Spitze des hinteren Tentakelpaares die Augen tragen. Unter den Landpulmonaten lassen sich wieder leicht zwei Gruppen scheiden, die Gehäuseschnecken und die Nacktschnecken. Die Nacktschnecken sind die abgeleitetsten Formen und aus Gehäuseschnecken unter Verlust der Schale hervorgegangen, wie die im Inneren des Mantelfeldes bei einigen Arten verborgene rudimentäre Kalkschale klar beweist. Die bekanntesten bei uns vorkommenden Vertreter gehören den Gattungen Limax und Arion an, die folgendermaßen voneinander zu unterscheiden sind:

Limax Müll. (Egelschnecke): Mantel (auch Schild genannt) wellig gerunzelt, mit einer inneren Schale; Rücken am hinteren Ende gekielt; Atemloch hinter der Mitte der rechten Mantelseite; ohne Schleimdrüse. Bekannte Arten sind: Limax maximus L., L. arborum B. Cantr. und L. agrestis L.

Arion Fér. (Wegschnecke): Mantel gekörnelt, ohne innere Schale; Rücken ungekielt; Atemloch vor der Mitte der rechten Mantelseite; am Schwanzende mit einer besonderen Schleimdrüse versehen. Bekannte Arten sind: Arion empiricorum Fér. (s. Titelbild, oben rechts), A. hortensis Fér.

Außerordentlich viel formenreicher sind die **Gehäuseschnecken,** wir können von ihnen hier nur die wichtigeren Vertreter herausgreifen[1]). Zu unterscheiden sind mehrere Familien. An erste Stelle setzen wir die Familie der Succineidae mit der einzigen Gattung **Succinea** Drap., der Bernsteinschnecke (s. Titelbild, oben in der Mitte). Das Tier ist im Ver-

Fig. 63. Succinea putris L. (Nach Clessin.)

hältnis zum Gehäuse sehr groß, besitzt einen dicken, fleischigen Fuß und trägt kurze Fühler am Kopfe. Das Gehäuse ist zart und durchsichtig, bernsteinfarben; seine Umgänge nehmen sehr rasch zu, so daß der letzte alle übrigen um das Zwei- bis Dreifache überwiegt. Die Mündung der Schale ist sehr weit und eiförmig. Die Bernsteinschnecken leben stets in unmittelbarer Nähe des Wassers an den Uferrändern und auf den aus dem Wasser emporwachsenden Pflanzen. Die gewöhnlichste Art ist Succinea putris L. (Fig. 63).

Als zweite Familie greifen wir die Vitrinidae heraus. Von ihnen ist die Gattung **Vitrina** Drap. (die Glasschnecke) dadurch ausgezeichnet, daß das Gehäuse im Verhältnis zum Tiere bei vielen Arten so klein ist, daß das Tier überhaupt nicht ganz den Körper in die Schale zurückziehen kann. Die Glasschnecken halten sich an kühlen und feuchten Orten auf, sie kommen erst im Herbste hervor und sterben im Frühjahr nach der Eiablage ab. Recht artenreich ist die gleichfalls hierher gehörige Gattung **Hyalinia** Ag., die Glanzschnecke. Das Gehäuse ist hier wohl entwickelt und

[1]) Zur Bestimmung unserer einheimischen Schneckenfauna sei besonders auf zwei Werke hingewiesen, denen auch die hier gegebenen Diagnosen entnommen sind, nämlich auf:

S. Clessin. Deutsche Excursions-Mollusken-Fauna. Nürnberg 1884.

D. Geyer. Unsere Land- und Süßwasser-Mollusken. Stuttgart 1910.

gleicht äußerlich dem der Gattung Helix (Fig. 64). Die Tiere leben an feuchten, modrigen Orten, die größeren Arten sind Raubtiere, die kleineren nähren sich von faulenden Pflanzenteilen.

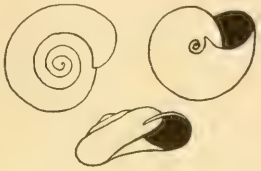


Fig. 64. Hyalinia Draparnaldi Beck. (Nach Clessin).

Eine weitere Familie ist die der Pupidae, gekennzeichnet durch ein Gehäuse, das stets höher als breit ist. Ein erstes Genus ist **Buliminus** Ehrenberg, mit länglichem, ei- oder turmförmigem Gehäuse, das eine

Fig. 65. Buliminus detritus Müll. (Nach Clessin.)

Fig. 66. Pupa secale Drap. (Nach Clessin.)

verlängerte Mündung aufweist (Fig. 65). Das Genus ist nur durch wenige Arten in Deutschland vertreten (Bul. detritus Müll. ist eine der bekanntesten Arten), seine Hauptentwicklung zeigt es in Osteuropa und

Fig. 67. Clausilia bidentata Ström. (Nach Geyer.)

Westasien. Als zweites Genus gehört hierher **Pupa** Drap., die Puppen- oder Tönnchenschnecke, mit kleinen, höchstens 10 mm hohen Gehäusen von ei- oder walzenförmiger Gestalt. Die Gehäuse der sehr zahlreichen Arten sind ferner ausgezeichnet durch die zahlreichen, sehr langsam zunehmenden Umgänge und durch die halbmondförmige oder eckige,

häufig durch Falten und Zähne verengte Mündung (Fig. 66). Und endlich wäre als drittes Genus die Schließmundschnecke, **Clausilia** Drap., anzuführen (s. Titelbild, in der Mitte rechts). Die schlank spindelförmigen Gehäuse sind hier zumeist links gewunden, ihre 9—14 Windungen nehmen langsam zu, ihre Mündung ist elliptisch oder birnförmig, oft durch Lamellen verengt, gefaltet oder gezähnt (Fig. 67). Das Gehäuse ist ferner durch ein bewegliches Schließknöchelchen (Clausilium) verschließbar. In Deutschland sind 26 nicht leicht zu unterscheidende Arten festgestellt, sie finden sich vorzugsweise in den Bergländern Mittel- und Süddeutschlands.

Der Familie der Helicidae gehört dann endlich die Gattung **Helix** L. an, die Schnirkelschnecken, die ein regelmäßig spiralig gewundenes Gehäuse von platter bis kugeliger oder konischer Form besitzen. Die zahlreichen Arten haben es hier besonders notwendig gemacht, das

Fig. 68. Fruticicola strigella Drap. (Nach Geyer.)

Fig. 69. Campylaea Presli Rssm. (Nach Clessin.)

Genus in Untergattungen zu zerlegen, wie es übrigens auch bei den meisten der oben genannten geschehen ist. Wir wollen einige der wichtigsten derselben etwas näher kennen lernen. Zu erwähnen sind zunächst einige auffallende Formengruppen, deren Gehäuse, wie bei Acanthinula Beck., mit häutigen Dornen oder, wie bei Trigonostoma Fitz., mit feinen Haaren besetzt ist. Von größerer Bedeutung ist die Untergattung Fruticicola Held, deren zahlreiche Arten ebenfalls zum Teil behaarte Gehäuse tragen und sich in schattigem und feuchtem Gebüsch aufhalten (Fig. 68). Die Untergattung Campylaea Beck. zeichnet sich durch ihre flachgedrückten, weit genabelten Gehäuse aus (Fig. 69). Es sind Felsenbewohner, deren Entwicklungszentrum in Südosteuropa gelegen ist. Dieser Gruppe nahe steht Chilotrema Leach mit der einzigen Art Ch. lapicida L., die leicht zu erkennen ist an der linsenförmig zusammengedrückten, scharf gekielten Schale (Fig. 70) und sich überall an alten Mauern und Felsen vorfindet. Eine gleichfalls niedergedrückte Schale besitzt die Untergattung Xerophila Held, die Heideschnecke. Als Typus sei Xerophila candicans Ziegl. mit fast scheibenförmiger, kreideweißer und gebänderter Schale angeführt (Fig. 71). Die Heideschnecken leben gesellig an warmen

Abhängen und auf Heiden und sitzen bei trockener Witterung an Grashalmen und Pflanzenstengeln festgekittet. Sehr nahe der Weinbergschnecke steht dann schon die Untergattung Tachea Leach, die Bänderschnecken (s. Titelbild, oben links). Ihr großes, fast kugeliges Gehäuse ist ausgezeichnet durch lebhafte Färbung und Zeichnung, die entweder einfarbig gelb oder rot oder gebändert sich darstellt. Die Normalzahl der meist braunen Bänder beträgt fünf, doch ist die Bänderung im einzelnen sehr veränderlich, indem bald einzelne Bänder ausfallen, bald mehrere oder alle zusammenfließen. Unsere beiden wichtigsten, in Gärten, Gebüschen und lichten Wäldern sich aufhaltenden Arten sind dadurch leicht voneinander zu unterscheiden, daß der verbreiterte, mit starker Lippe belegte Mundsaum bei Tachea hortensis Müll. weiß, bei Tachea nemoralis L. dagegen schwarz gefärbt ist. — Und die letzte Untergattung bildet dann endlich Helicogena Risso, zu der auch unsere Weinbergschnecke, H. pomatia L.,

Fig. 70. Chilotrema lapicida L. (Nach Geyer.)

Fig. 71. Xerophila candicans Ziegl. (Nach Clessin.)

gehört, mit ihr wollen wir uns nun auch in systematischer Hinsicht etwas eingehender beschäftigen. Für die Artdiagnose ist nach der ausführlichen Behandlung des Weichkörpers im wesentlichen nur noch das Gehäuse zu berücksichtigen. Dasselbe ist nach Färbung, Struktur, Form und Größe außerordentlich variabel und bietet so zahlreiche Abänderungen dar, die im folgenden dargelegt werden sollen[1]).

Zunächst sind also die einzelnen Individuen der Weinbergschnecke in der Färbung des Gehäuses unendlich verschieden. Gewöhnlich ist auf der bräunlichen Grundfarbe eine dunklere, den Windungen entlang verlaufende Streifung oder Bänderung zu beobachten, aber im einzelnen ist eben diese Bänderung sehr variabel, bald deutlich abgegrenzt und von lebhafter Farbe, bald undeutlich verwaschen und breit auseinandergeflossen, bald dünn und zart oder ganz fehlend. Alle diese Variationen können bunt durcheinander gemischt an dem gleichen Ort sich finden, so daß der Einfluß von Bodenbeschaffenheit, Vegetation, Klima oder Lichtintensität am Wohnort für das Auftreten dieser mannigfachen Färbungsverschiedenheiten kaum verantwortlich zu machen ist. Eher mag dies noch

[1]) Ich schließe mich dabei im wesentlichen den erschöpfenden Ausführungen Buchners (1899/1900) an.

für die Grundfärbung des Gehäuses gelten, insofern an schattigen, feuchtwarmen Orten und in den südlicheren Verbreitungsbezirken dunklere, intensiv braune Exemplare vorherrschen, wie es beispielsweise die var. piccata Gredler vom Südabfall der Alpen zeigt.

Auch in der Struktur der Schale stimmen kaum zwei Individuen überein. Bald ist die Oberfläche glatt, ohne Querstreifung und von einer glänzenden Epidermis überzogen, bald ist sie rauh, mit deutlicher, zuweilen gar wellenartiger Querstreifung und matter, runzliger Epidermis. Dickschalige Gehäuse sind meist rauh und finden sich vorzugsweise auf kalkigem, sonnigem Boden, dünnschalige sind glatt und glänzend und hauptsächlich auf kalkarmem Boden mit reichlichem Pflanzenwuchs anzutreffen. Auch die Bildung des Mundsaums ist sehr variabel. Vielfach ist er wulstig verdickt oder umgeschlagen, dann wieder kann er ganz dünn und scharf sein; bald ist er hell, bald dunkel gefärbt; bald bedeckt er den Nabel nur zum Teil, bald vollständig. Der diagnostische Wert aller dieser Merkmale ist ein sehr geringer.

Von größerer Wichtigkeit sind die Formverhältnisse der Schale. Bald ist sie hoch, bald niedrig gewunden, bald ist sie eiförmig oder kugelig, bald kegelförmig oder aufgeblasen. Man hat im ganzen neben einer Normalform vier abgeleitete Formentypen unterschieden, die alle durch allmähliche Übergänge miteinander verbunden sind und deren Diagnosen (nach Buchner) etwa folgendermaßen lauten:

1. Forma vulgaris (Normaltypus): Die in der Natur am häufigsten zu treffende Form. Gehäuse groß, länglich rund, gewöhnlich von brauner Hornfarbe und dunkler gebändert. Die fünf Umgänge mit mäßig gewölbter Oberfläche, in einer stark bezeichneten Naht zusammentreffend, schnell an Umfang zunehmend, im letzten Umgang sehr erweitert. Gewinde wenig erhoben, so daß der letzte Umgang annähernd drei Viertel der Gesamthöhe des Gehäuses ausmacht. Oberfläche des Gewindes meist unregelmäßig quergestreift. Mündung weit und rundlich, ihr meist fleischfarbiger Mundsaum etwas verdickt, mehr oder weniger umgeschlagen und am Spindelrand als breite Lamelle den engen Nabel zum Teil überdeckend. Der Durchmesser von der Spitze bis zum letzten Umgang beträgt 40—50 mm.

2. Forma inflata (Blasentypus): Meist größer und zuweilen dünnschaliger als die Normalform. Gewinde niedriger, aber die Gewindeoberfläche stärker gewölbt und bauchig aufgeblasen, so daß der letzte Umgang reichlich $^4/_5$ bis $^5/_6$ der ganzen Gehäusehöhe beträgt. Die Oberfläche ist meist ziemlich glatt, die Mündung groß und weit, der Nabel meist frei. Färbung variabel.

3. Forma sphaeralis (Kugeltypus): Meist größer und dickschaliger als der Normaltypus. Gewindeoberfläche in den ersten Umgängen stärker gewölbt, daher Spitze abgerundet und ganzes Gehäuse von kugeligem Aussehen. Der letzte Umgang erreicht nur $^2/_3$ der Gesamthöhe des Gehäuses. Mündung gerundet. Färbung variabel.

4. Forma plagiostoma (Schrägmundtypus): Fast immer kleiner als die Normalform, ziemlich hochgewunden, kegelförmig. Mündung länglich, schief verzogen. Der meist hell fleischfarbene Mundsaum verdickt, den Nabel zur Hälfte oder zu zwei Dritteln verdeckend. Färbung meist hellbraun mit streifenartiger Bänderung.

5. Forma turrita (Turmtypus): Größe sehr wechselnd. Gewinde auffallend hoch ausgezogen, mit mehr oder minder gewölbter Windungsoberfläche. Der letzte Umgang beträgt nur die Hälfte oder in extremen Fällen gar nur ein Drittel der Gesamthöhe des Gehäuses. Meist dickschalig mit vorwiegend heller Grundfarbe. Nabel zumeist mehr oder

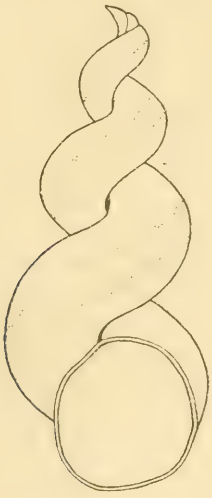


Fig. 72. Eine Skalaride der Weinbergschnecke. (Nach Hensche, 1863.)

weniger verdeckt. Mit der weiter unten zu erwähnenden Abnormität der Skalaridenform hat dieser Typus nichts zu tun, er überschreitet nicht die Grenzen des regelrechten Gehäuseaufbaus.

Hinsichtlich der Größe der Schale lassen sich von der Durchschnittsgröße von 40—50 mm Durchmesser zwei Extreme ableiten. Mangelhafte Ernährung bringt Zwergformen oder Hungerformen von nur 30 bis 32 mm Durchmesser hervor (Forma parva). Die entgegengesetzte Erscheinung bilden Riesenformen (Forma grandis), wie sie namentlich in den bergigen Waldgebieten der Juraformation Süddeutschlands nicht selten angetroffen werden. Zu diesen Riesenformen sind alle Individuen von 55 mm Durchmesser an aufwärts zu rechnen, die größten bekannten Exemplare weisen einen Durchmesser von 68 mm auf. Sie zeichnen sich meist durch eine sehr dicke Schale, zumal am Mündungsrande, aus, sie zeigen weiter auf der Innenfläche des letzten Umgangs stark hervortretende

Verdickungswülste und besitzen eine größere Zahl von Umgängen. In einem Falle wurde an einer solchen Riesenform auch eine auffällige Vergrößerung der Radula festgestellt, bestehend in einer Vermehrung der Längs- und Querreihen sowie in einer direkten Größenzunahme der Zähne einzelner Reihen. Die Riesenformen entstehen bei langer Lebensdauer unter günstigen Existenzbedingungen, sie sind stets alte Tiere (vgl. hierzu oben S. 118).

Weiter sind nun noch einige Formengruppen zu betrachten, die nicht mehr als normale Typen anzusehen sind, sondern gelegentlich auftretende Abnormitäten darstellen. Betrifft die Abnormität die Windungsform der Umgänge, so entstehen die sog. Skalariden (deformatio scalaris), abnorm hoch getürmte, wendeltreppenförmige Schalen mit übermäßig stark gewölbter Oberfläche der Windungen. In extremen Fällen sind die Windungen ganz frei, so daß das Gehäuse direkt eine Korkzieherform besitzt (Fig. 72). Man beobachtete an einer solchen Skalaride, daß das kriechende Tier das Gehäuse horizontal und schräg nach hinten gerichtet trug, nicht etwa auf dem Boden nachschleppte.

Eine andere Abnormität betrifft die Windungsrichtung der Umgänge. Die Schale der meisten Schnecken ist rechts gewunden (vgl. hierzu oben S. 15), und nur verhältnismäßig wenige Schneckengattungen besitzen links gewundene Schalen, wie beispielsweise unter den Landschnecken die Gattung Clausilia, unter den Süßwasserschnecken die Gattung Physa. Auch die Schale der Weinbergschnecke ist normalerweise rechts gewunden, indessen können in vereinzelten Fällen auch links gewundene als aberratio sinistra oder sinistrorsa auftreten. Es ist dann nicht nur die Schale entgegengesetzt gedreht, sondern der umgekehrten Windungsrichtung entspricht auch die Lagerung aller übrigen Organe. Atem- und Afteröffnung liegen links statt rechts, die sonst in der rechten vorderen Körperhälfte gelegenen Begattungsorgane finden sich nun zusammen mit der Geschlechtsöffnung auf der linken Seite vor. Links gewundene Schnecken sind immerhin nur selten anzutreffen, an manchen Orten hat man sie noch nie gefunden, an anderen sind sie etwas häufiger. Im Rhonetal soll, wie man nach genauen Zählungen berechnet hat, auf etwa 20000 normale Schnecken ein links gewundenes Exemplar kommen. Diese Abart ist auch keineswegs eine konstante erbliche Rasse, sondern ihre Nachkommen sind stets wieder rechts gewunden, wie zahlreiche Versuche aus alter und neuer Zeit erhärtet haben. Um einige Belege dafür anzuführen, so seien die Zuchtversuche erwähnt, wo

3	linksgewundene	Schnecken	96	junge	Schnecken, oder
7	„	„	241	„	„ „
9	„	„	606	„	„ „
10	„	„	455	„	„

lieferten, und alle diese 1398 Nachkommen von links gewundenen Eltern waren rechts gewunden. Natürlich kann zwischen zwei links gewundenen

Schnecken ohne weiteres eine Kopula vollzogen werden, da ja die relative Lage der Begattungsorgane beider Tiere während der Kopula trotz der Umkehr aller Verhältnisse dieselbe ist wie bei normalen rechts gewundenen Schnecken. Anders liegen die Verhältnisse, falls eine links gewundene Schnecke sich mit einer rechts gewundenen zur Kopula vereinigen will. Dann ist letztere infolge der anormalen relativen Lage der Begattungsorgane unmöglich, und tage- und wochenlang mühen sich die Tiere im Liebesspiel ab, ohne zur definitiven Begattung gelangen zu können.

Eine degenerative Erscheinung ist dann endlich der Albinismus, hervorgerufen durch das Fehlen des Farbstoffes in den Integumentgebilden des Körpers. Exemplare einer solchen degeneratio albescens sind bei auffallender Dünnschaligkeit sehr hell, meist strohgelb oder hell gelblichgrau, in seltenen Fällen ganz weiß. Natürlich sind solche Individuen nicht mit den gebleichten und verwitterten Schalen toter Schnecken zu verwechseln.

Das Verbreitungsgebiet der Weinbergschnecke ist ein recht ausgedehntes. Die Westgrenze wird gebildet durch die französischen Alpen, Mittelfrankreich und Südengland. Nach Norden dringt sie bis über Kopenhagen hinaus vor und erreicht Südschweden und Norwegen, in diese nördlichen Länder wahrscheinlich erst in geschichtlicher Zeit infolge ihrer Verwendung als Fastenspeise und Delikatesse eingeführt. Die Nordostgrenze ist unsicher, doch ist ihr Vorkommen noch auf dem uralisch-baltischen Höhenzug nachgewiesen. Im Osten reicht sie bis an den Dnjeper und bis zur Krim. Die Südgrenze zieht vom Schwarzen Meer über den Balkan und Südserbien nach Dalmatien, in Italien dehnt sie sich längs des Apennin weit nach Süden aus, in Frankreich liegt sie im Garonnetal. Sowohl im Süden wie im Westen greift ihr Verbreitungsgebiet vielfach in dasjenige einer nahe verwandten Art, der Helix aspersa Müller, ein.

Vertikal steigt die Weinbergschnecke bis zu beträchtlichen Höhen empor. Sie bewohnt den Jura bis zu seinen höchsten Gipfeln, in den Alpen steigt sie in den Walliser Alpen bis 1000 m Höhe empor, in Tirol bis zu 1200 m, ja sie soll sogar noch in 1800 m Höhe anzutreffen sein.

In dem umschriebenen Gebiet ist sie ziemlich gleichmäßig über Gebirge und Ebenen verbreitet. Ihre bevorzugten Aufenthaltsorte sind Gärten und Gebüsche, doch dringt sie auch in Wälder, besonders in Laub- und gemischte Wälder ein und kann sich hier sogar zu einer besonderen, durch ein abgeblättertes Periostrakum ausgezeichneten Varietät (var. detrita) umbilden. In reinen Nadelholzwäldern fehlt sie so gut wie ganz. Auch in Weinbergen ist sie, ganz im Gegensatz zu ihrem Namen, eigentlich nicht übermäßig häufig anzutreffen, doch gilt dies wohl nur für unsere Gebiete, da sie in südlicheren Ländern, wie beispielsweise bei Genf, gerade in Weinbergen überaus häufig zu finden ist und hier, wie wir oben schon sahen, durch Abfressen der jungen Triebe beträchtlichen Schaden anrichten kann. Und daraus gewinnt ihre Name dann volle Berechtigung.

Verzeichnis der benutzten Literatur

Zu Kap. 1, Äußere Morphologie:

Kükenthal, W., Leitfaden für das zoologische Praktikum. Jena.

Lang, A., Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der wirbellosen Tiere. Mollusca. 2. Aufl. bearbeitet von K. Hescheler. Jena 1900.

Simroth, H., Mollusca (Pulmonata) in Bronns Klassen und Ordnungen. 3. Bd. 1909.

Vogt, C. und Yung, E., Lehrbuch der praktischen vergleichenden Anatomie. 1. Bd. 1888.

Zu Kap. 2, Die äußere Körperhaut und ihre besonderen Differenzierungen:

André, E., Recherches sur la glande pédieuse des Pulmonés. Revue Suisse de Zoologie. tome 2. 1894.

Carrière, J., Regenerations-Erscheinungen bei den Schnecken. Würzburg 1880.

Hammarsten, O., Studien über Mucin und mucinähnliche Substanzen. Archiv ges. Physiol. 36. Bd. 1885.

Leydig, F., Die Hautdecke und Schale der Gastropoden. Berlin 1876.

Nüßlin, O., Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Pulmonaten. Tübingen 1879.

Schneider, K. C., Lehrbuch der vergleichenden Histologie der Tiere. Jena 1902.

Techow, G., Zur Regeneration des Weichkörpers bei den Gastropoden. Arch. Entwicklungsmechanik. 31. Bd. 1911.

Zu Kap. 3, Schale und Epiphragma:

Allman, G. J., Note on the formation of the epiphragm of Helix aspersa. Journal Linn. Soc. Zool. vol. 25. 1896.

Biedermann, W., Untersuchungen über Bau und Entstehung der Molluskenschalen. Jen. Zeitschr. Naturwiss. 36. Bd. 1902.

Gaspard, B., Beiträge zur Physiologie der Gartenschnecke (Helix pomatia L.). Deutsches Archiv für die Physiologie. 8. Bd. 1823.

Kochs, W., Über die Vorgänge beim Einfrieren und Austrocknen von Tieren und Pflanzensamen. Biolog. Centralblatt. 12. Bd. 1892.

Korschelt, E., Zum Schalenersatz bei Landschnecken. Arch. Entwicklungsmechanik. 30. Bd. 1910.

Krahelska, M., Über den Einfluß der Winterruhe auf den histologischen Bau einiger Landpulmonaten. Jenaische Zeitschr. Naturwissensch. 46. Bd. 1910.

Moynier de Villepoix, R., Recherches sur la formation et l'accroissement de la coquille des Mollusques. Journ. Anat. et Physiol. 28. année. 1892.

Paravicini, G., Nota sulla rigenerazione della conchiglia di alcuni Gasteropodi pulmonati. Atti Soc. Ital. Sc. nat. vol. 38. 1899.

Tschow, G., Zur Kenntnis der Schalenregeneration bei den Gastropoden. Arch. Entwicklungsmechanik. 31. Bd. 1910.
Yung, E., Contributions à l'histoire physiologique de l'escargot (Helix pomatia), Mém. cour. Acad. roy. Belg. 1887.

Zu Kap. 4, Die bindegewebigen und muskulösen Komplexe im Inneren des Körpers:

Biedermann, W., Studien zur vergleichenden Physiologie der peristaltischen Bewegungen. II. Die lokomotorischen Wellen der Schneckensohle. III. Die Innervation der Schneckensohle. Arch. ges. Physiol. 107. 111. Bd. 1905. 1906.
Brock, J., Untersuchungen über die interstitiellen Bindesubstanzen der Mollusken. Zeitschr. wissensch. Zool. 39. Bd. 1883.
Cuénot, L., Études physiologiques sur les Gastéropodes pulmonés. Arch. de Biologie. tome 12. 1892.
Nalepa, A., Die Intercellularräume des Epithels und ihre physiologische Bedeutung bei den Pulmonaten. Sitz. ber. kais. Akd. Wiss. Wien. 88. Bd. I. Abth. 1883.
Paravicini, G., Nota istologica sull' inserzione del muscolo columellare nell' Helix pomatia L. Atti Soc. Ital. sc. nat. vol. 37. 1898.
Simroth, H., Die Tätigkeit der willkürlichen Muskulatur unserer Landschnecken. Zeitschr. wiss. Zool. 30. Bd. Suppl. 1878.

Zu Kap. 5, Das Nervensystem:

Böhmig, L., Beiträge zur Kenntnis des Zentralnervensystems einiger pulmonaten Gasteropoden: Helix pomatia und Limnaea stagnalis. Inaug.-Dissert. Leipzig. 1883.
Nabias, B. de, Structure du système nerveux des Gastéropodes. Compt. Rend. Soc. Biol. 9. sér. tome V. 1893 (Mémoires).
Petit, L., Sur les mouvements de rotation provoqués par la lésion des ganglions sus-œsophagiens chez les escargots. Compt. Rend. Acad. Paris. tome 106. 1888.
Schultze, H., Die fibrilläre Struktur der Nervenelemente bei Wirbellosen. Arch. mikr. Anat. 16. Bd. 1879.

Zu Kap. 6, Die Sinnesorgane:

Abric, P., Sur le mécanisme des mouvements des tentacules chez l'escargot. Compt. Rend. Soc. Biol. tome 58. 1905.
Bäcker, R., Die Augen einiger Gastropoden. Arb. Zool. Instit. Wien. tom. 14. 1903.
Dubois, R., Sur la physiologie comparée de l'olfaction. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris. tome 111. 1898.
Flemming, W., Untersuchungen über Sinnesepithelien der Mollusken. Arch. mikrosk. Anat. 6. Bd. 1870.
Flemming, W., Zur Anatomie der Landschneckenfühler und zur Neurologie der Mollusken. Zeitschr. wiss. Zool. 22. Bd. 1872.
Griffiths, A. B., On the olfactory organs of Helix. Proceed. Roy. Soc. of Edinburgh. vol. 19. 1893.
Hesse, R., Untersuchungen über die Organe der Lichtempfindung bei niederen Tieren. VIII. Zeitschr. wiss. Zool. 72. Bd. 1902.
Leydig, F., Über das Gehörorgan der Gasteropoden. Arch. mikr. Anat. 7. Bd 1871.

Nagel, W. A., Vergleichend physiologische und anatomische Untersuchungen über den Geruchs- und Geschmacksinn und ihre Organe. Bibliotheca Zoologica. Heft 18. 1894.
Nagel, W. A., Ein Beitrag zur Kenntnis des Lichtsinnes augenloser Tiere. Biolog. Centralbl. 14. Bd. 1894.
Samassa, P., Über die Nerven des augentragenden Fühlers von Helix pomatia. Zoolog. Jahrb. Abt. für Morphol. 7. Bd. 1894.
Sarasin, P. B., Über die Sinnesorgane und die Fußdrüse einiger Gastropoden. Arb. Zool. Inst. Würzburg. 6. Bd. 1883.
Schmidt, W., Untersuchungen über die Statocyste unserer einheimischen Schnecken. Inaugur.-Dissert. Jena 1912.
Simroth, H., Über die Sinneswerkzeuge unserer einheimischen Weichthiere. Zeitschr. wissensch. Zool. 26. Bd. 1876.
Sochaczewer, D., Das Riechorgan der Landpulmonaten. Zeitschr. wiss. Zool. 35. Bd. 1881.
Wiegmann, F., Verdoppelung eines Auges bei einer Helix. Nachrichtsblatt Deutsch. Malakozool. Gesellsch. 37. Jahrg. 1905.
Willem, V., Contributions à l'étude physiologique des organes des sens chez les Mollusques. I. La vision chez les Gastropodes Pulmonés. Archives de Biologie. tome 12. 1892.
Yung, E., La psychologie de l'escargot. Compt. Rend. Soc. Helvét. sc. natur. 1893.
Yung, E., Recherches sur le sens olfactif de l'escargot. Arch. de Psychol. tome 3. 1903.

Zu Kap. 7, Die Ernährungsorgane:

Amaudrut, A., Structure et mécanisme du bulbe chez les Mollusques. Compt. Rend. Acad. Paris. tome 124. 1897.
Babor, J. F., Über die wahre Bedeutung des sog. Semperschen Organes der Stylommatophoren. Sitzungsber. k. böhm. Gesellsch. Wissensch. Prag. Math.-naturw. Klasse. Jahrgang 1895.
Barfurth, D., Über den Bau und die Tätigkeit der Gasteropodenleber. Arch. mikrosk. Anat. Bd. 22. 1883.
Barfurth, D., Vergleichend-histochemische Untersuchungen über das Glykogen. Archiv mikrosk. Anat. 25. Bd. 1885.
Biedermann, W. und Moritz, P., Beiträge zur vergleichenden Physiologie der Verdauung. II. Über ein celluloselösendes Enzym im Lebersekret der Schnecke (Helix pomatia). III. Über die Funktion der sog. Leber der Mollusken. Arch. ges. Physiol. 73. 75. Bd. 1898. 1899.
Bonardi, E., Contribuzione all' istologia del sistema digerente dell' Helix pomatia. Atti R. Acad. Sc. Torino. vol. 19. 1883.
Enriques, P., Il fegato dei Molluschi e le sue funzioni. Mitth. Zool. Stat. Neapel. 15. Bd. 1902.
Gartenauer, H. M., Über den Darmkanal einiger einheimischen Gasteropoden. Inaug.-Dissert.Straßburg. 1875.
Gorka, A., Über die physiologische Funktion der Speicheldrüsen der Weinbergschnecke (Helix pomatia). Mathem. und naturwiss. Berichte aus Ungarn. 23. Band. 1905.
Lange, A., Über den Bau und die Funktion der Speicheldrüsen bei den Gastropoden. Anatom. Hefte. I. Abth. 19. Bd. 1902.
Loisel, G., Sur l'appareil musculaire de la radula chez les Helix. Journ. Anat. Physiol. 28. année. 1892.
Loisel, G., Les cartilages linguaux des Mollusques. Journ. Anat. Physiol. 29. année. 1893.
Pacaut et Vigier, Les glandes salivaires de l'escargot (Helix pomatia). Arch. de l'anat. microscop. tome 8. 1906.

Rina Monti, S. C., Sulla fina struttura dello stomaco dei Gasteropodi terrestri. R. Istit. Lomb. Sc. Milano. ser. 2. vol. 32. 1899.
Rößler, R., Die Bildung der Radula bei den cephalophoren Mollusken. Zeitschr. wissensch. Zool. 41. Bd. 1885.
Rücker, A., Über die Bildung der Radula bei Helix pomatia. XXII. Ber. Oberhess. Gesellsch. Natur- u. Heilkunde. 1883.
Schnabel, H., Über die Embryonalentwicklung der Radula bei den Mollusken. II. Die Entwicklung der Radula bei den Gastropoden. Zeitschr. wissensch. Zool. 74. Bd. 1903.
Troschel, F. H., Über die Mundteile einheimischer Schnecken. Arch. Naturgesch. 2. Jahrg. 1. Bd. 1836.

Zu Kap. 8, Die Organe des Blutkreislaufs und der Atmung:

Bergh, R. S., Beiträge zur vergleichenden Histologie. I. Über die Gefäßwandung der Mollusken. Anatom. Hefte. I. Abth. 10. Bd. 1898.
Biedermann, W., Beiträge zur allgemeinen Nerven- und Muskelphysiologie. 14. Über das Herz von Helix pomatia. Sitz. der. kais. Akad. Wissensch. Wien. Math.-naturwiss. Klasse. 89. Bd. 1884.
Couvreur, E., Recherches sur le sang de l'escargot. Ann. Soc. Linn. de Lyon. tome 47. 1901.
Cuenot, L., Études sur le sang et les glandes lymphatiques dans la série animale. 2. partie: Invertébrés. Arch. Zool. expér. et génér. 2. série. tome 9. 1891.
Darwin, Fr., On the structure of the snails heart. Journ. Anat. Physiol. vol. 10. 1876.
Eberth, C. J., Über den Bau und die Entwicklung der Blutkapillaren. Würzburger Naturwiss. Zeitschr. 6. Bd. 1865.
Girod, P., Recherches sur la circulation bojanienne de l'escargot. Congrès internation. de Zoologie. 2. sess. Moscou 1893.
Imbert, Fleury, Sur le mécanisme de la respiration du limaçon terrestre. Journal de Physiol. expérim. et patholog. tome III. 1823.
Marceau, F., Recherches sur la structure du cœur chez les Mollusques. Arch. Anat. microscop. tome 7. 1905.
Milne Edwards, Observations et expériences sur la circulation chez les Mollusques. Mém. Acad. Scienc. Institut de France. tome 20. 1849.
Milne Edwards, et Valenciennes, Nouvelles observations sur la constitution de l'appareil de la circulation chez les Mollusques. Ebenda. 1849.
Nalepa, A., Beiträge zur Anatomie der Stylommatophoren. Sitz. ber. kaiserl. Akad. Wissensch. Wien. 87. Bd. I. Abt. 1883.
Phisalix, C., Observations sur le sang de l'escargot (Helix pomatia). Compt. Rend. Soc. Biol. Paris. 52. Bd. 1900.
Ransom, W. B., On the cardiac rhythm of Invertebrata. Journal of Physiol. vol. 5. 1885.
Wedl, C., Über Kapillargefäßsysteme von Gasteropoden. Sitz.-ber. kais. Akad. Wissensch. Wien. Math.-naturwiss. Cl. 58. Bd. 1868.

Zu Kap. 9, Das Exkretionsorgan:

Amaudrut, La structure et la circulation dans l'organe de Bojanus de quelques Mollusques pulmonés. Bull. Soc. Philomath. Paris. 7. sér. tome X. 1886.
Bial, M., Ein Beitrag zur Physiologie der Niere. Arch. ges. Physiol. 47. Bd. 1890.
Cuénot, L., Études physiologiques sur les Gastéropodes Pulmonés. Archives de Biologie. tome XII. 1892.
Cuénot, L., Sur le fonctionnement du rein des Helix. Compt. Rend. Acad. Scienc. Paris. tome 119. 1894.

Girod, P., Observations physiologiques sur le rein de l'escargot (Helix pomatia). Compt. Rend. Acad. Sc. Paris. tome 118. 1894.
Krahelska, M., Über den Einfluß der Winterruhe auf den histologischen Bau einiger Landpulmonaten. Jen. Zeitschr. Naturwiss. 46. Bd. 1910.
Nüßlin, O., Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Pulmonaten. Tübingen. 1879.
Schneider, K. C., Lehrbuch der vergleichenden Histologie der Tiere. Jena. 1902.
Schuppe, Ph., Die Harnkügelchen bei Wirbellosen und Wirbeltieren. Anatom. Hefte. I. Abt. 7. Bd. 1897.
Stiasny, G., Die Niere der Weinbergschnecke. Zool. Anzeiger. 26. Bd. 1903.

Zu Kap. 10, Die Geschlechtsorgane und ihre Betätigung:

Ancel, P., Histogénèse et structure de la glande hermaphrodite d'Helix pomatia. Arch. de Biologie. tome 19. 1903.
Arndt, C., Entwicklung des Pfeils bei Helix nemoralis L. Archiv Ver. Fr. Naturgesch. Mecklenburg. 32. Jahrgang. 1879.
Ashworth, J. H., A specimen of Helix pomatia with paired male organs. Proceed. Royal Soc. Edinburgh. vol. 27. 1907.
Batelli, A., Studio istologico degli organi sessuali complementari in alcuni Molluschi. Atti Soc. Tosc. sc. natur. vol. 4. 1879.
Baudelot, Recherches sur l'appareil générateur des Mollusques Gastéropodes. Annal. Sc. natur. 4. série. Zool. tome 19. 1863.
Biétrix, Un cas de monstruosité de l'appareil génital chez l'Helix pomatia. Bull. Soc. Philomath. de Paris. 7. sér. tome X. 1886.
Bolles Lee, A., La structure du Spermatozoïde de l'Helix pomatia. La Cellule. tome 21. 1904.
Cavalié, Sur la sécrétion de la glande albuminipare chez l'escargot. Compt. Rend. Soc. Biol. tome 54. 1902.
Cavalié et Beylot, Nature de la glande albuminipare de l'escargot. Sur la glande albuminipare de l'escargot. Compt. Rend. Soc. Biol. tome 54. 1902.
Garnault, P., Sur la structure des organes génitaux, l'ovogénèse et les premiers stades de la fécondation chez l'Helix aspera. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris. tome 106. 1888.
Keferstein, W. und Ehlers, E., Beiträge zur Kenntnis der Geschlechtsverhältnisse von Helix pomatia. Zeitschr. wiss. Zool. 10. Bd. 1860.
Kelly, Agnes, Beiträge zur mineralogischen Kenntnis der Kalkausscheidungen im Tierreich. Jen. Zeitschr. Naturwiss. 35. Bd. 1901.
Mangénot, Ch., Un cas d'atrésie de l'orifice génital extrème chez un Helix pomatia. Bull. Soc. Zoolog. de France. vol. 8. 1883.
Meisenheimer, J., Biologie, Morphologie und Physiologie des Begattungsvorganges und der Eiablage von Helix pomatia. Zoolog. Jahrb. Abteil. System. 25. Bd. 1907.
Obst, P., Untersuchungen über das Verhalten der Nukleolen bei der Eibildung einiger Mollusken und Arachnoiden. Zeitschr. wiss. Zool. 66. Bd. 1899.
Paravicini, G., Organi genitali anomali nell' Helix pomatia. Boll. Scient. di Pavia. anno XX. 1898.
Pégot, G., Observations sur la présence d'un triple appareil copulateur chez un Helix pomatia. Compt. Rend. Soc. Biologie. tome 52. 1900.
Pérez, J. M., Recherches sur la génération des Mollusques Gastéropodes. Mém. Soc. phys. et natur. de Bordeaux. tome 6. 1868.
Pérez, J., Sur la descente des ovules dans le canal de la glande hermaphrodite chez les Hélices. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris. tome 108. 1889.
Platner, G., Die Struktur und Bewegung der Samenfäden bei den einheimischen Lungenschnecken. Inaug.-Diss. Göttingen 1885.
Popovici-Baznosanu, A., Sur l'appareil séminal des Helix. Compt. Rend. Acad. Sc. Paris. tome 143. 1906.
Prowazek, S., Spermatologische Studien. I. Spermatogenese der Weinbergschnecke (Helix pomatia). Arb. Zool. Inst. Wien. tom. 13. 1902.

Schuberth, O., Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Genitalapparates von Helix mit besonderer Berücksichtigung der Systematik. Arch. Naturgesch. 58. Jahrg. I. Bd. 1892.
Stauden, R., Observations on the reproduction of the dart, during an attempt to breed from a sinistral Helix aspersa Müll. The Journal of Conchology. vol. 7. 1892/94.

Zu Kap. 11, Die Embryonalentwicklung:

Fol, H., Études sur le développement des Mollusques. 3. mémoire. Sur le développement des Gastéropodes Pulmonés. Arch. Zool. exp. et gén. tome 8. 1879—80.
Meisenheimer, J., Zur Morphologie der Urniere der Pulmonaten. Zeitschr. wiss. Zool. 65. Bd. 1899.

Zu Kap. 12, Verhältnis der Weinbergschnecke zur umgebenden Natur und zum Menschen:

Brehms Tierleben. 3. Auflage. 10. Bd. 1893.
Figuier, L., L'hélice vigneronne (Helix pomatia) et son emploi en thérapeutique. Verein Luxemburger Naturfr. 7. Jahrg. 1897.
Friedrich, L., Über Bau und Naturgeschichte des Trypanoplasma helicis Leidy. Arch. Protistenkunde. 14. Bd. 1909.
Garnault, P., La castration parasitaire chez Helix aspersa. Bullet. scientif. France et Belgique. tome 20. 1889.
Gide, G., Les escargots et leurs ennemis. Bull. Soc. Scienc., Agricult., et Arts de la Basse-Alsace. 1892.
Jollos, V., Bau und Vermehrung von Trypanoplasma helicis. Arch. Protistenkunde. 21. Bd. 1910.
Jordan, H., Eßbare Schnecken und Muscheln. Humboldt. 1. Jahrg. 1882.
Kobelt, W., Nach den Säulen des Herkules. Ber. Senckenberg. naturf. Gesellsch. Frankfurt a. M. 1880—81.
Stahl, E., Pflanzen und Schnecken. Jenaische Zeitschr. Naturwissensch. 22. Bd. 1888.
Stein, J. G. am, Die Mollusken Graubündens. Beilage zu: Jahresber. Naturforsch. Gesellsch. Graubündens. Chur 1884/85.

Zu Kap. 13, Systematisches:

Außer den bereits auf Seite 124 genannten beiden Werken:

Bollinger, G., Zur Gastropodenfauna von Basel und Umgebung. Inaug.-Dissert. Basel. 1909.
Buchner, O., Helix pomatia L. Revision ihrer Spielarten und Abnormitäten mit Hervorhebung württembergischer Vorkommnisse nebst Bemerkungen über falsche Anwendung des Begriffs „Varietät". Jahreshefte Ver. vaterl. Naturk. in Württemberg. 55. Jahrgang. 1899.
— Nachträge zur Revision der Varietäten von Helix pomatia L. Ebenda. 56. Jahrgang. 1900.
Hensche, A., Eine Skalaride der gemeinen Weinbergschnecke (Helix pomatia). Der Zoologische Garten. 4. Jahrgang. 1863.
Künkel, K., Zuchtversuche mit linksgewundenen Weinbergschnecken. Zool. Anzeiger. 26. Bd. 1903.
Lang, A., Kleine biologische Beobachtungen über die Weinbergschnecke. Vierteljahrsschrift Naturforsch. Gesellsch. Zürich. 41. Jahrg. 1896.
Mayer, A. C., Anatomie einer linksgewundenen Schnecke (Helix pomatia). Annal. Wetterauischen Gesellsch. 4. Bd. 1819.
Simroth, H., Über einen Fall von Riesenwuchs bei Helix pomatia. Sitz. ber. naturf. Gesellsch. Leipzig 22./23. Jahrgang. 1895/96.

Register

Acanthinula 126.
Achatina 122.
After 63.
Albinismus 131.
Alter der Weinbergschnecke 118.
Arion 123, 124.
Arion empiricorum 124.
Arion hortensis 124.
Arterien 68 ff.
Atemloch 73.
Atemmechanismus 73.
Atemöffnung 3, 8.
Atmung 71 ff.
Auge 37, 42 ff.
Augennerv 45.

Basommatophoren 123.
Befruchtung 112.
Befruchtungstasche 79, 86, 112.
Begattung 100, 108 ff.
Begattungsversuche 99.
Begattungsvorgang 96 ff.
Bindesubstanzzellen 22.
Blätterschicht 16.
Blastula 115.
Blut 71.
Blutkreislauf 64 ff.
Buccalarterie 69.
Buccalganglien 25, 27.
Buccalkonnektive 27.
Buccalmasse 48.
Buliminus 125.

Campylaea 126.
Capreolus 107.
Cerebralganglion 24, 26.
Cerebropedalkonnektiv 27.
Cerebropleuralkonnektiv 27.
Chilotrema 126.
Clausilia 126, 130.
Columella 13.
Columellarmuskel 22 ff.
Columellarvene 70.

Darm-Blindsack 61, 62.
Divertikel (am Receptaculumstiel) 89.
Dünndarm 63.

Ei 113, 115.
Eiablage 111.
Eileiter 81, 86, 113.
Eingeweideganglien 25, 26.
Eingeweidenervensystem 32, 33.
Einkapseln 7.
Eisamenleiter 80, 86.
Eiweißdrüse 86.
Eizelle 84, 112.
Enddarm 63.
Enzyme 57, 61.
Epiphragma 19.

Färbung des Gehäuses 127.
Feinde 119.
Fermentzellen 59.
Fingerförmige Drüsen 81, 90.
Flagellum 81, 94.
Follikelzellen 84.
Fruticicola 126.
Fühlerganglion 37.
Furchungsprozeß 115.
Fuß 8.
Fußarterie 69.
Fußblase 116.
Fußdrüse 10.
Fußganglion 26.
Fußnerven 32.

Ganglienzellen 29.
Gastropoden 123.
Gastrula 115.
Gefäßring (venöser) 70.
Gehäuseschnecken 124.
Gehirnganglion 26.
Gehörnerv 31.
Gehörorgan 46.
Gehörsinn 46.
Genitalarterie 68.

Geschlechtsapparat, abnormer 95.
Geschlechtsatrium 94.
Geschlechtsöffnung 81.
Geschlechtsorgane 79 ff.
Geschmacksinn 42.
Geschmackspapillen 48.
Gesichtssinn 42.
Geruchsinn 39, 40.
Glykogen 22, 59.

Harn 79.
Harnkonkremente 77.
Harnleiter 76, 78.
Hautporen 7.
Haut-Runzeln 7.
Hautsinn 42.
Haut-Sinneszellen 34.
Hauptvene 69.
Helicogena 127.
Helix alonensis 122.
Helix aperta 122.
Helix arbustorum 46.
Helix asemnis 89.
Helix aspersa 89, 101, 120, 122, 131.
Helix candicans 89.
Helix ericetorum 46.
Helix Dupotetiana 122.
Helix lactea 122.
Helix lucorum 122.
Helix lutescens 89.
Helix nemoralis 98, 104.
Helix secernenda 122.
Helix vermiculata 89, 122.
Helix vindobonensis 89.
Herz 64 ff.
Herzkammer 65.
Herzschläge 65, 66.
Herzvorhof 65.
Hyalinia 124.

Kalkdrüsen 5.
Kalkschale des Eies 114.
Kalkzellen 22, 59.
Kapillaren 69.
Kopf 1.
Kopfarterie 69.
Kopfblase 116.
Körperhaut 5.
Kriechbewegung 8 ff.

Larvenform 115 ff.
Larvenherz 117.
Leben 59 ff.
Leberarterie 68.
Leberzellen 59.
Leydigsche Zellen 22.
Liebespfeil 81, 91, 92, 97. 102 ff.
Liebespfeilsack 81, 90.
Liebesspiel 96.
Limax 123, 124.
Limax agrestis 124.
Limax arborum 124.
Limax maximus 124.
Linksgewundene Schnecken 130.
Linse 45.
Lippennerven 31, 32.
Lippententakel 39, 48.
Lungengefäße 70, 72.
Lungengewebe 72.
Lungenhöhle 3, 4, 71.
Lungentrabekel 72.
Lungenvene 71.

Magen 58.
Magendarmarterie 68.
Mantel 7.
Mantelhöhle 3.
Mantelnerven 32.
Mantelrand 16.
Maximaltemperaturen 21
Mesocerebrum 26.
Metacerebrum 26.
Metamorphose 117.
Minimaltemperaturen 21.
Mucin 6, 57.
Mund 47.
Mundhöhle 54.
Mundmasse 48.
Mundöffnung 1.

Nacktschnecken 123.
Nährzellen 84.
Nahrungsstoffe 47.
Nahrungssuche 40.
Nalepasche Speicheldrüsen 57.
Nerven 30 ff.
Nervenzentren 33.
Neuroglia 29.
Niere 74 ff.
Nierenarterie 79.
Nierengefäße 78.
Nierenzellen 77.
Nutzen 121.

Oberkiefer 48.
Odontoblasten 51, 52.
Oesophagus 57.
Ommatophor 36.
Otocyste 46.
Otolithen 47.
Ovidukt 86.

Parietalganglien 26.
Pedalganglien 25, 26.
Pellucida externa 44.
Pellucida interna 44.
Penis 91 ff., 109 ff.
Penis (Ausstülpungsmechanismus) 104.
Penisnerv 32.
Perikard 66.
Pericardialnierengang 76.
Periostracum 15, 17.
Physa 130.
Pigmentzellen 6.
Pigmentzellen des Auges 44.
Pleuralganglien 26.
Pleuroparietalkonnektiv 27.
Pleuropedalkonnektiv 27.
Podocyste 116.
Präparation 2 ff.
Protocerebrum 26.
Pulmonaten 123.
Punktsubstanz 29.
Pupa 125.

Radula 49 ff.
Radulamuskeln 53.
Radulatasche 51, 52, 117.
Radulazähne 49 ff.
Randvene 70.
Receptaculum seminis 81, 88.
Regeneration der Haut 11.
Regeneration der Schale 18, 19.
Retina 44.
Riechnerv 31, 37.
Riesenwuchs 118.

Samenbehälter 88.
Samenfäden 82.
Samenleiter 86, 87.
Schaden 119, 121.
Schale 12 ff.
  Formverhältnisse 128.
  Größe 129.
  Struktur 128.
  Variabilität 127 ff.
  Windungsrichtung 15.
Schalenbildung 17.
Schalendrüse 117.
Schleimdrüsen 5.
Schlundkommissuren 27.
Schlundring 24.
Schneckengärten 122.
Sehen 43.
Sehnerv 31.
Sehstäbchen 44.
Sehzellen 44.
Sekretzellen 59.
Semilunarklappen 65.
Sempersches Organ 54.
Skalariden 130.
Speicheldrüsen 55.
Speiseröhre 57.
Spermatiden 82.
Spermatodukt 86.
Spermatophore 106, 107, 108, 110.
Spermatozoen 82.
Spermovidukt 86.
Spindel der Schale 13.
Stalaktitenschicht 15, 17.
Statischer Sinn 46.
Statocyste 46.
Statolithen 47.
Stylommatophoren 123.
Sommerschlaf 7.
Succinea 124.

Tachea 127.
Tachea hortensis 12, 127.
Tachea nemoralis 12, 127.
Tastsinn 34, 39.
Tentakel 35 ff.
Tentakelscheidennerven 31.
Trigonostoma 126.
Trypanoplasma helicis 111, 120.

Übergangsgefäße 69.
Unterhautbindegewebe 6.
Urnieren 117.

Vagina 81, 87, 88.
Vas deferens 80, 87.
Venengefäße 69 ff.
Venöse Bluträume 69.
Verbreitung 131.
Vestibulum 81, 94.
Visceralganglien 26.
Visceroparietalkonnektive 27.
Vitrina 124.

Wasseraufnahme 7.
Winterdeckel 19, 63.
Winterschlaf 19 ff.

Xerophila 126.

Zucht 122.
Zwitterdrüse 79, 81.
Zwittergang 79, 85.

Verlag von Dr. Werner Klinkhardt in Leipzig

Monographien einheimischer Tiere

Herausgegeben von

Prof. Dr. **H. E. Ziegler,** Stuttgart, und Prof. Dr. **R. Woltereck,** Leipzig

Je mehr unser Wissen über die uns umgebende Tierwelt wächst, um so schwerer wird es, aus der Fülle von Einzelarbeiten systematischer, histologischer, morphologischer, physiologischer, anatomischer und embryologischer Art alles zusammenzufinden, was nun wirklich über ein Tier oder eine Tiergruppe an wesentlichen Daten bekannt ist.

Diesem Mangel soll die vorliegende Monographiensammlung abhelfen und zwar mit knappen, nur das Wichtigste herausgreifenden Darstellungen. Dieses Wichtigste aber soll gründlich erfaßt und allen Wissenszweigen, nach Maßgabe ihrer Bedeutung für das betreffende Objekt, entnommen werden.

Das Ziel ist also: Jedem Dozenten, Lehrer, Studierenden, Züchter, Liebhaber, Naturfreund usw., der über ein Tier allseitig Bescheid wissen möchte, auf knappem Raume und für wenige Mark alles an die Hand zu geben, was er braucht, um sich zu orientieren. Auf gute und zahlreiche Abbildungen wird besonderer Wert gelegt.

Bisher erschienen:

Band I: **Der Frosch** **zugleich eine Einführung in das praktische Studium des Wirbeltierkörpers.** Von Privatdozent **Dr. Fr. Hempelmann.** VI, 201 Seiten mit 90 Abbildungen und 1 farbigen Tafel. Geh. M. 4.80, geb. M. 5.70

„KOSMOS": — ich empfehle es dringend den Fachleuten als bequemes Handbuch, den jungen Studierenden zur Einführung in ihr zoologisches Studium, den Naturfreunden zur Vertiefung ihrer Kenntnisse. — Dr. H. Dekker.

Band II: **Das Kaninchen** **zugleich eine Einführung in die Organisation der Säugetiere.** Von Privatdozent **Dr. U. Gerhardt, Breslau.** VI, 307 Seiten mit 60 Abbildungen und 1 farbigen Tafel. Geh. M. 6.—, geb. M. 7.—

„NATURW. ZEITSCHRIFT": Der Verfasser hat sich mit großem Geschick der Aufgabe unterzogen, eine ebenso umfassende, wie übersichtliche Darstellung des Kaninchens zu geben.

Band III: **Hydra und die Hydroiden** **zugleich eine Einführung in die experimentelle Behandlung biologischer Probleme an niederen Tieren.** Von Privatdozent **Dr. Otto Steche, Leipzig.** Mit 2 Tafeln und 63 Abbildungen im Text. VI und 162 Seiten. Geh. M. 4.—, geb. M. 4.80

Band IV: **Die Weinbergschnecke** **(Helix pomatia L.)** Von **Prof. Dr. Johannes Meisenheimer, Jena.** Mit 1 farbigen Tafel und 72 Abbildungen im Text. Geh. M. 4.—, geb. M. 4.80

Als weitere Bände werden ausgegeben:

Professor Dr. Brehm, Elbogen: Die Copepoden.
Dr. L. Freund, Prag: Die Taube.
Prof. Dr. Hesse, Berlin: Der Regenwurm.
Oberstudienrat Professor Dr. Lampert, Stuttgart: Der Schmetterling.
Dr. W. Meyer, Flensburg: Der Tintenfisch.
Privatdozent Dr. P. Steinmann, Basel und Professor Dr. E. Breßlau, Straßburg: Die Strudelwürmer.
Professor Dr. Urban, Plan: Die Spongilliden.
Dr. C. Walter, Basel: Die Hydracarinen (Hydrachniden).
Professor Dr. R. Woltereck, Leipzig: Daphnia.
Professor Dr. H. E. Ziegler, Jena: Die Flußmuschel.
Prof. Dr. Zschokke, Basel und Dr. G. Surbeck, München: Die Salmoniden.

Verlag von Dr. WERNER KLINKHARDT in LEIPZIG, Liebigstr. 2

INTERNATIONALE REVUE DER GESAMTEN HYDROBIOLOGIE UND HYDROGRAPHIE

Herausgegeben von

B. HELLAND-HANSEN (Bergen), W. A. HERDMAN (Liverpool). G. KARSTEN (Halle), CHARLES A. KOFOID (Berkeley), L. MANGIN (Paris), SIR JOHN MURRAY (Edinburgh), ALBR. PENCK (Berlin), E. M. WEDDERBURN (Edinburgh), C. WESENBERG-LUND (Hilleröd), F. ZSCHOKKE (Basel) und R. WOLTERECK (Leipzig-Gautzsch)

Redakteur.

Die immer regere Beteiligung der besten auf unserem Gebiet tätigen Forscher beweist neben der stetig wachsenden Abonnentenzahl am besten, daß diese Zeitschrift als Zentralorgan der hydrobiologischen und hydrographischen Bestrebungen notwendig war.

Infolge der starken Vermehrung wertvoller Beiträge mußte der Rahmen der Revue schrittweise vergrößert werden, bis sie ihre jetzige und definitive Form annahm.

Erscheinungsform:

Es werden jährlich ausgegeben

a) 6 Hefte des „Hauptbandes“ für den allgemeinen Text
(fortlaufende Paginierung)

b) 1 bis 2 Biologische Supplement-Serien } für größere Spezialarbeiten auf den beiden Gebieten (jede Arbeit einzeln paginiert).

c) 1 Hydrographische Supplement-Serie }

Abonnementspreis: für den Hauptband einschließlich einer Supplement-Serie 30 Mark; für jede weitere Supplement-Serie 10 Mark.

Inhalt und Einteilung der Hefte des Hauptbandes (allgemeiner Text):

a) Allgemeinere und kürzere Originalarbeiten,
b) Sammelberichte, Länderreferate und Einzelreferate,
c) Stationsnachrichten und andere Notizen.

Sowohl der allgemeine Text als die Supplemente werden mit lithographischen und autotypischen Tafeln reich ausgestattet. —

Verlag von Dr. WERNER KLINKHARDT in LEIPZIG, Liebigstraße 2

Monographien und Abhandlungen zur Internationalen Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie

Dieses Unternehmen soll es ermöglichen, im Zusammenhange mit der Zeitschrift auch umfangreichere Abhandlungen, deren Publikation sonst in ihrem Rahmen ausgeschlossen wäre, die aber sachlich für ihr Interessengebiet von Wert sind, herauszubringen. Bisher erschienen folgende Bände:

Band I: Chrysomonaden aus dem Hirschberger Großteiche (Untersuchungen über die Flora des Hirschberger Großteiches, I. Teil). Von Dr. ADOLF PASCHER. 66 Seiten in Großquart mit 3 farbigen Tafeln. Geh. M. 10.—, für Abonnenten der Revue M. 8.—

Der vorliegende 1. Teil der Untersuchungen über die Flora des Hirschberger Großteiches, jenes biologisch so überaus interessanten Sees in Nord-Böhmen, behandelt die Chrysomonaden des genannten Teiches mit Ausnahme der rein planktonischen Formen, vor allem die der Gattungen Mallomonas und Dinobryon, über die eine selbständige Publikation geplant ist, die ein anderes Heft dieser „Untersuchungen" bilden soll. Die Monographie dürfte die umfangreichste Untersuchung über diese vielgestaltigen Flagellaten darstellen.

Band II: Die Ernährung der Algen. Von Privatdozent Dr. OSWALD RICHTER, Wien. 184 Seiten in Großquart mit 34 Abbildungen. Geh. M. 12.—, für Abonnenten der Revue M. 9.60

Das Werk Richters bringt eine kritische Würdigung und Darstellung des gegenwärtigen Standes unseres Wissens über dieses interessante und zurzeit so viel bearbeitete Gebiet. Der umfangreiche Stoff wurde nach chemischen Elementen gegliedert, wodurch er bedeutend an Übersichtlichkeit gewinnt. Das Werk darf in keiner Fachbibliothek fehlen.

Band III: Die Biologie der litoralen Cladoceren (Untersuchungen über die Fauna des Hirschberger Großteiches, I. Teil). Von Privatdozent Dr. VIKTOR HEINRICH LANGHANS, Prag. 102 Seiten in Großquart mit 39 Karten, 62 Kurven und 23 Abbildungen. Geh. M. 25.—, für Abonnenten der Revue M. 20.—

Der vorliegende Band behandelt zum ersten Male eingehend die Verteilung der litoralen Cladoceren innerhalb eines reichgegliederten und vegetationsreichen Süßwasserbeckens und ihre Abhängigkeit von den Zufluß- und Vegetationsverhältnissen. Da der Hirschberger Großteich die größte bisher in einem einzelnen Gewässer beobachtete Artenzahl aufweist, scheint er für eine derartige Untersuchung hervorragend geeignet. Die beigefügten zahlreichen Karten enthalten sämtliche Fundorte aller Cladocerenarten im Teiche. Sie sollen dem Leser ein anschauliches Bild von der Häufigkeit und der Verteilung der einzelnen Arten geben. Durch diese Karten und die beigefügten Kurven, die das Auftreten der Arten und ihre Häufigkeit in verschiedenen Jahreszeiten, sowie das Auftreten der Geschlechtsperioden darstellen, dürfte das Werk auch für vergleichende Studien von großem Wert sein.

Band IV: Die Tiefenfauna der Seen Mitteleuropas. Eine geographisch-faunistische Studie. Von Professor Dr. F. ZSCHOKKE, Basel. 248 Seiten in Großquart mit 2 Karten. Geh. M. 15.—, für Abonnenten der Revue M. 12.—

Das Werk liefert einen Beitrag zur Geschichte der mitteleuropäischen Süßwassertierwelt seit dem Rückgang der diluvialen Gletscher. Der Verfasser sammelt und bereichert durch ausgedehnte eigene Studien die faunistischen und geographischen Kenntnisse über die Tiefenbevölkerung der Seen des ehemaligen alpinen Vergletscherungsgebietes. Er zieht Vergleiche mit den Wasserbecken des einst eisfreien Zentraleuropas, sowie Schottlands, Dänemarks und Norddeutschlands. So gelangt er dazu, den Ursprung und die Schicksale der aquatilen Tierwelt zu beleuchten und zu zeigen, wie gewaltig der Einfluß der eigenartigen großen Vereisung in der Fauna heute noch nachwirkt. — Zschokkes Buch stellt eines jener grundlegenden Werke dar, die auf lange Zeit hinaus ihren Wert behalten.

Die

Pflanzenwelt Dalmatiens

Von Prof. Dr. LUJO ADAMOVIC

Privatdozent für Pflanzengeographie an der k. k. Universität Wien.

137 Seiten mit 72 Tafeln in Schwarzdruck. Preis geb. M. 4.50

Hamburger Nachrichten: Das Buch, das eine vielfach empfundene Lücke in der botanischen Literatur auszufüllen berufen erscheint, bringt eine Darstellung der Pflanzenwelt Dalmatiens, die nicht nur als eigentümliche Lokalflora, sondern auch in ihrer Bedeutung als Handels- und Erwerbsquelle des Landes besonderes Interesse beansprucht. Der Name des Verfassers, Privatdozenten für Pflanzengeographie an der Wiener Universität, bürgt für die Gediegenheit und Sachlichkeit des Inhalts, der sich durchweg auf eigene Beobachtungen und Erfahrungen stützt. Der erste Teil des Buches handelt von den Lebensbedingungen der dalmatinischen Pflanzenwelt nach Maßgabe der geographischen Lage und des Klimas des Landes, der zweite Teil gibt eine Schilderung der Landschaftsformen nach natürlichen Vegetationsformen und nach Kulturland gesondert, der letzte endlich geht auf die Höhenstufen der Vegetation Dalmatiens ein. Auch ein Verzeichnis der wichtigsten botanischen Literatur über Dalmatien ist beigefügt. Nicht weniger als 72 Tafeln — angesichts des niedrigen Preises eine erstaunliche Zahl — teils Vegetationsbilder (darunter auch künstlerisch ganz prächtige Aufnahmen), teils einzelne Pflanzenformen dienen zur Ergänzung des klaren und einheitlichen Textes und dürften in ihrer Reichhaltigkeit ein Bestimmen der gesammelten und beobachteten Pflanzen in den meisten Fällen ohne weiteres ermöglichen. Der Umstand, daß Dalmatien immer mehr in die Reihe der bevorzugten Touristenländer einrückt, wird viele das Büchlein als einen, wegen seines handlichen Umfanges doppelt willkommenen und zuverlässigen Reisebegleiter entgegennehmen lassen.

Taschenbuch der Botanik

Von Dr. H. MIEHE

a. o. Professor an der Universität Leipzig.

2 Teile. 240 Seiten mit 357 Abbildungen, zum Nachschreiben im Kolleg eingerichtet und mit Ergänzungsblättern aus Schreibpapier, geh. M. 6.—

(Dr. Werner Klinkhardts Kolleghefte 3 und 4)

Zeitschrift für Botanik: Als kurzer Grundriß der gesamten Botanik, sei es zur Repetition, sei es als Nachschlagebuch, ist das Buch sehr wohl zu empfehlen und steht zweifellos in dieser Kategorie an erster Stelle. Es zeichnet sich durch Reichhaltigkeit, präzise Begriffserklärung und sehr übersichtliche Druckweise aus und ist so reichlich mit vorzüglichen, zum Teil Originalabbildungen versehen, daß man es fast einen Atlas der Botanik mit beigedrucktem Text nennen könnte.

Naturae Novitates: Wie das Selenkasche Taschenbuch der Zoologie sich glänzend bewährt hat, so dürfte auch das vorliegende Taschenbuch der Botanik überall Eingang finden.

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES
3 9088 00591 8750